



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공기업정책학 석사 학위논문

OECD 국가의 화력발전을 통한  
전력생산비율 변화 요인분석  
- 교토의정서 채택 전후를 비교하여 -

2014년 8월

서울대학교 행정대학원

공기업정책학과

이 응 곤

# OECD 국가의 화력발전을 통한 전력생산비율 변화 요인분석

- 교토의정서 채택 전후를 비교하여 -

지도교수 박 정 훈

이 논문을 공기업정책학 석사 학위논문으로  
제출함

2014 년 4월

서울대학교 행정대학원

공기업정책학과

이 응 곤

이 응 곤의 석사 학위논문을 인준함

2014 년 6월

위 원 장

김 상 헌



부위원장

구 민 교



위 원

박 정 훈



## 국문초록

본 연구에서는 기후변화협약 이후 구체적 감축 목표를 설정한 교토의정서의 채택이 OECD국가의 화력발전을 통한 전력생산비율에 영향을 주었는지를 확인하고, 또한 어떤 요인들 때문에 대상 국가들의 전력생산비율이 변화하게 되었는지에 대해 분석하였다. 이는 궁극적으로는 기후변화협약의 채택이 온실가스 주범인 이산화탄소 배출량 감축에 영향을 미쳤는지에 대한 의문 해결에 그 목적을 두고 있다.

분석결과 OECD 국가 중에서 화력발전의 비중을 감소시킨 국가는 교토의정서 부속서 I에 속하는 29개 국가 중 10개국이었으며, 1997년 교토의정서 채택의 영향을 살펴보기 위해 회귀분석을 시행한 결과 유의미한 결과를 보이지 않아 본 논문에서 교토의정서는 국제협약으로서의 역할을 수행하지 못하였다고 판단하였다. 따라서 화력발전 비중을 감소시킨 OECD 국가들은 국제적 기후변화에 대한 의지를 기후변화협약이 논의되는 과정에서 이미 하고 있었으며, 교토의정서에서 설정된 감축 목표를 맞추기 위해서가 아니라 스스로 자국의 화력발전 비중을 조정하고 있음을 확인하였다. 기후변화 당사국총회를 통해 새로운 기후변화협약에 대한 논의를 지속하고 있으며, 선진국 및 개도국 각자가 자국 내 정책을 통해 이산화탄소를 포함한 온실가스 배출을 감축하여 국제 기준을 맞추기 위한 장기적인 플랜을 가지고 있음을 확인하였다.

또한 추가 연구를 통해 화력발전비율에 미치는 요인으로 화석연료의 가격지수, 인구증가율, 인당 GDP 증가율이 있었으며, 이를 통해 환경쿠즈네츠 곡선의 이론을 확인 할 수 있었다.

현재 개도국 위치로 감축의무에 대해 어떤 책임도 없는 우리나라

라는 경제규모와 이산화탄소 배출량을 보았을 때, 조만간 감축의 무 대상국으로 포함될 가능성이 높다. 이미 정부는 국제사회에 온실가스 감축에 대한 구체적인 수치를 발표하고 구체적인 정책을 발표하기 시작하였다. 앞으로도 우리나라에서 전력의 생산과 사용은 경제성장에 필수적인 요소이다. 내부적으로는 온실가스 감축목표와 전력수급계획이 서로 엇나가지 않게 종합적인 관리가 이루어져 경제에 줄 수 있는 충격을 완화시키고, 대외적으로는 개도국과 선진국 사이에 중도적인 입장을 충분히 살려 명분과 실리를 모두 잡는 것이 요구되는 시점이다.

주요어 : 기후변화협약, 교토의정서, 이산화탄소, 온실가스  
학 번 : 2013-22666

# 목 차

제 1 장 연구의 목적과 의의 .....	1
제 2 장 이론적 논의와 선행연구 검토 .....	3
제 1 절 이론적 논의 .....	3
1. 기후변화협약 .....	3
2. 교토의정서 채택 배경 및 결과 .....	7
제 2 절 기후변화관련 선행연구 .....	17
1. 탄소배출저감을 위한 에너지원간 대체성 효과 연구 .....	17
2. 기후변화와 경제성장과의 영향에 대한 연구 .....	18
3. 탄소배출에 미치는 영향에 대한 연구 .....	20
4. 제도적 관점에서의 기후변화협약에 대한 연구 .....	21
제 3 장 연구문제 및 연구방법 .....	23
제 1 절 연구문제 및 연구가설 .....	23
제 2 절 연구방법 .....	27
제 4 장 데이터 분석 및 해석 .....	31
제 1 절 데이터 분석 .....	31
1. 이산화탄소 배출량 .....	31
2. 전력생산량 .....	38
3. 경제성장을 및 인구증가율 .....	41
4. 에너지 가격 .....	44
5. 기술분석 소결 .....	48
6. 다중회귀분석 .....	53
제 2 절 데이터 분석 결과해석 .....	60

1. 연구문제 1 검증 .....	60
2. 연구문제 2 검증 .....	61
<b>제 5 장 결론 .....</b>	<b>63</b>
<b>제 1 절 주요 선진국 에너지 정책 .....</b>	<b>63</b>
1. 미국 .....	63
2. EU .....	64
3. 일본 .....	65
4. 중국 .....	66
<b>제 2 절 우리나라 기후변화협약 대책 및 전력산업현황 .....</b>	<b>68</b>
<b>제 3 절 결론 및 시사점 .....</b>	<b>70</b>
 <b>참고문헌 .....</b>	 <b>72</b>
<b>부록 .....</b>	<b>75</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>79</b>

## 표 목차

[표 1]	6
[표 2]	8
[표 3]	9
[표 4]	11
[표 5]	16
[표 6]	32
[표 7]	33
[표 8]	34
[표 9]	39
[표10]	40
[표11]	42
[표12]	43
[표13]	45
[표14]	46
[표15]	47
[표16]	48
[표17]	50
[표18]	51
[표19]	52
[표20]	56
[표21]	57
[표22]	58
[표23]	59
[표24]	60
[표25]	62
[표26]	67



## 그림 목차

[그림 1]	25
[그림 2]	26
[그림 3]	28
[그림 4]	31
[그림 5]	35
[그림 6]	36
[그림 7]	37
[그림 8]	37
[그림 9]	38
[그림10]	39
[그림11]	41
[그림12]	42
[그림13]	44
[그림14]	45
[그림15]	54
[그림16]	68

## 부록 목차

[부록 1]	75
[부록 2]	76
[부록 3]	77
[부록 4]	78

## 제 1 장 연구의 목적과 의의

많은 국가들은 19세기 산업혁명 이후로 지속적인 성장을 이룩했으며, 이런 과정에서 국가들이 사용한 화석연료의 사용이 지구의 기후변화 현상을 가져오게 되었다는 의견이 나오기 시작하였다. 하지만 이런 기후변화 현상이 화석연료의 사용 때문이라는 사실이 과연 맞는가에 대한 의문이 제기 되었으며, 1979년 제1차 세계 기후회의가 개최된 후에도 많은 국가 간의 논쟁이 있었던 것이 사실이다. 이런 현상을 파악하기 위해 세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)와 유엔환경계획(UNEP, United Nations Environment Program)의 공동주관으로 “기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)”가 1988년 설치되었다. IPCC의 가장 큰 임무는 기후변화가 실재하는 현상인지, 그리고 인간 활동과 기후변화의 연관성은 어느 정도인지에 관한 평가였다. 1990년 8월에 IPCC가 발간한 제1차 특별보고서는 지구온난화가 실제로 진행되는 현상이며, 이는 인간의 온실가스 배출로 인해 발생한 것이라는 내용을 담았다. 또한 지난 100년간 대기 평균온도는 섭씨 0.3~0.6도, 해수면은 10~25cm 상승했으며, 산업 활동 등에 의한 에너지 이용이 현 상태로 지속될 경우 이산화탄소 배출량이 매년 1.7배 가량씩 증가할 것으로 추정했다. 이 보고서는 기후변화의 원인이 인간 활동에 있다는 내용을 확증한, 세계적인 권위를 지닌 국제 과학자 공동체 최초의 발간물이라고 할 수 있다. IPCC 제1차 보고서는 불명확한 사실들을 충실히 조사하여 얻어낸 과학적 성과물이었기에 큰 파급효과를 보였다.

이런 전 세계적인 문제 해결을 위해 1992년 6월 유엔총회는 유엔환경개발회의(UNCED, United Nations Conference on Environment and Development)에서 유엔기후변화협약을 채택하게 된다. 우리나라의 경우는 1993년 12월 가입하여 세계 47번째 가입국이 되었고, 2007년도에는 190개국이 가입하였다. 이후 IPCC는 이후 2007년까지 총 네 번의 보고서를 발표하였고, 인간의 활동에 의해 대기 중의 온실가스, 그 중에서도 주로 이산화탄소 농도가 급속도로 증가하여 온실효과가 강화되었음을 지

속적으로 나타냈다.

하지만 선진국은 온실가스 감축의무를 부여했던 1992년 협약 내용에 감축 의무 이행사항을 피하는 여러 가지 우회적인 방법을 썼으며, 이에 따라 실질적으로 온실가스 배출량을 줄이지 못하였다. 이를 보완하기 위해, 1997년 제3차 유엔기후변화협약 당사국 총회에서 채택된 교토의정서를 통하여 이전 협약에서 보완되어야 했던 규제 의무사항을 신설하였다. 이에 유럽 및 일본 등 선진국들에 대한 구체적인 감축의무가 부여되고 각국은 탄소 배출량 감축의무를 시행하기 위해 많은 노력을 하게 된다. 2000년대에 들어서도 세계 에너지 수요는 계속 증가하였고, 2008년 금융 위기로 수요증가가 한시적으로 주춤하기도 한다. 하지만, 국제에너지 기구(IEA, International Energy Agency)에 따르면 1차 에너지 수요는 2009년 세계경제 회복이 진행되면서 급격한 회복세를 보였고, 전력수요 역시 다시 증가하고 있는 추세이다. 특히 전 세계의 이산화탄소 배출량은 1980년을 기준으로 2010년에는 68% 증가하였으며, 매년 사상 최대치를 기록하고 있는 실정이다.

이런 국가별 이산화탄소를 배출하는 요인은 전력 및 에너지 생산, 수송, 산업, 주거 등의 원인으로 구분하고 있으며, 이들 중 2011년을 기준으로 전 세계 이산화탄소 배출량의 48% 이상을 차지하고 있는 것이 바로 전력 및 에너지 생산부분이다.

IEA 기준에 따르면 발전 형태는 크게 3가지로 나누어지게 된다. 원자력, 화력, 재생(수력, 태양광, 태양열, 지열 등)으로 구분할 수 있는데, 이 중 이산화탄소 배출과 관련된 것은 두말 필요 없이 화력발전일 것이다. 전 세계 국가는 이산화탄소 배출을 줄이기 위해 화력발전을 줄이는 방안을 적극적으로 검토하고 있으나 2008년 경제위기로 인한 에너지 가격의 상승, 에너지 보유국들의 자원 보호, 그리고 최근 후쿠시마 원전 사태로 큰 딜레마에 처한 상황이다. 이 논문에서는 1992년 기후변화협약 이후 1997년 교토의정서 채택 시점을 기준으로 전 세계 이산화탄소 배출량의 대부분을 차지하고 있는 OECD 국가들이 어떤 변화를 통해 이산화탄소 배출량을 조절하였는지 확인하고, 전력생산구조 특히 화력발전비중의 변화에 대한 요인과 시사점을 제시하고자 한다.

## 제 2 장 이론적 논의와 선행연구 검토

### 제 1 절 이론적 논의

#### 1. 기후변화협약

우리가 흔히 통칭 하고 있는 ‘기후변화협약’의 정식 명칭은 ‘기후변화에 관한 유엔 기본협약(UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change)’으로서 1992년 6월 브라질 리오데자네이로에서 열린 유엔환경개발회의(UNCED)에서 채택되어 국제협약으로 탄생하였다.

기후변화협약의 제정 목적은 지구 온난화의 주요 원인요소로 지목되고 있는 ‘지구 온실가스’의 배출을 억제 및 제한하여 지구 온난화 현상을 완화하고 궁극적으로는 쾌적한 환경을 유지하자는 것이다.

산성비, 오존층 파괴, 대기 탁도 문제 등과 마찬가지로 지구 온난화에 대한 환경 문제는 1960년대부터 대두되었다. 그 동안 기상학자, 과학자들에 의해 대기환경에 대해 많은 관심과 연구가 이루어져 왔으며, 지구 온난화로 인한 부정적 환경 영향도 경고되었다. 지구 온난화와 이와 관련된 지구환경 문제에 대한 세계적인 관심을 끈 첫 번째 회의로서, 1972년 스웨덴 스톡홀름에서 ‘인류환경에 관한 유엔회의(UN Conference on the Human Environment)’가 개최됨으로써 오늘날의 기후변화협약을 이끌어 낼 수 있었던 전환점이 되었다.

1972년에 개최된 제1회 ‘세계기후회의’에서는 보고서를 발간하여 각국에 대해 기후변화로 발생될 인류 복리에 대한 부정적인 영향들을 예측하고 방지할 것을 촉구하였다. 1973년 이후에는 세계적인 에너지 위기에 대한 염려로 환경운동이 되조하기도 하였으나, 기후 변화와 그에 따르는

부정적인 영향에 대한 과학적인 증거들이 계속 밝혀짐에 따라 국제적인 관심이 다시 증가하여 1980년대 후반부터 1990년대 초기까지 여러 차례에 걸쳐 기후 변화에 관한 정부 간 회의가 개최됨으로써 정책 담당자, 과학자, 환경론자들이 참석하여 과학적이고 정책적인 사항들을 강조했고 범지구적인 대응 행동을 촉구하게 되었다.

1988년 6월 캐나다 토론토에서 열린 ‘대기변화에 관한 세계기후회의’에서 기후 변화 방지를 위한 대책 마련이 촉구되었고, 이에 따라 같은 해 11월 유엔환경 계획(UNEP, United Nations Environment Programme)과 세계기상기구(WMO)의 공동 주관으로 ‘기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)’가 마련되어 1990년에 제 1차 보고서를 발간하였다. 이 보고서에서 기후 변화에 대한 과학적인 증거를 제시하여 정책 입안자들에게 많은 영향을 끼침으로써 기후변화협약을 이끌어 내는 바탕이 되었다.

1990년 12월에는 유엔총회의 결의로 1992년 6월까지 기후변화협약을 제정하기로 하고 ‘기후변화 협약을 위한 정부 간 협상위원회(INC, Intergovernmental Negotiation Committee)’를 구성하여 1991년 2월부터 1992년 5월까지 17개월 동안 다섯 차례에 걸친 회의를 개최하여 기후변화협약에 대한 최종안을 마련하였고, 1992년 5월 9일 유엔의 승인을 받게 되었다. 이로써, 1972년 스톡홀름회의에서 처음으로 범지구적 차원의 환경 정책 마련이 논의되기 시작한지 20 여 년만인 1992년 ‘리우’ 환경회의에서 154개국이 서명함으로써 세계기후변화협약의 역사적인 탄생을 보게 된 것이다. 협약의 발효조건으로서 ‘서명국가 중 50개국 이상의 비준’을 필요로 함으로써 1994년 3월 21일에 발효되었으며, 우리나라는 1993년 12월에 47번째로 가입하였다.

## 1.1 기후변화협약 주요 내용

기후변화협약은 협약 취지문을 비롯하여, 총 26조와 2개의 부속서로 구성되어 있다. 지구의 기후 체계가 인위적인 작용에 의해 간섭을 받지

않는 수준에서 대기 중의 온실가스 농도의 안정화를 달성하는 것을 목표로 하며 아래의 원칙을 따르고 있다.

첫째는 형평의 원칙이다. 선진국은 과거 경제성장과정에서 온실가스를 다량 배출하였으므로 이에 대한 역사적 책임을 지고, 재정능력과 기술이 있는 선진국들이 기후변화 억제에 주도적 역할을 담당하는 것이다. 협약 제3조 1항은 공동의 차별화된 책임과 각 당사국의 능력에 따라 기후체계를 보호할 책임이 있음과 따라서 선진국이 주도적 역할을 할 것을 요구하고 있다.

둘째, 비용 효과성의 원칙이다. 비용 효과적인 온실가스 배출 저감을 위해 예방조치를 취해야 하며, 정책 및 조치가 포괄적으로 모든 온실가스의 흡수원과 배출원, 기후변화에 대한 적응, 모든 경제부문을 포함하여야 한다. 또한 관련회원국들에 의해 공동으로 기후변화 대처 노력이 수행될 수 있다.

셋째, 경제발전 우선의 원칙이다. 모든 민족이 적정 생활수준을 누릴 동등한 권리를 가진다는 원칙하에 각국이 지속가능한 개발을 촉진시켜야 하고 촉진시킬 권리를 가진다고 협약은 명시하고 있다.

이러한 원칙하에 동 협약은 지구온난화 방지를 위한 각국의 일반의무사항과 특별의무사항을 규정하고 있다. 일반 의무는 선진국과 개도국에 공통적으로 적용되는 의무사항으로 개도국들이 이행해야 할 최소한의 조치이다. 첫째, 각국은 이산화탄소, 메탄, 아산화질소 등 온실가스의 배출량과 흡수량을 조사하여 보고하여야 한다. 둘째, 기후변화의 방지와 적응능력의 제고에 기여하는 국가전략을 수립하고 시행하여야 한다고 되어 있다.

특별 의무는 부속서 I 국가에 적용되는 의무사항이다. 첫 번째로 기후변화협약의 핵심이 되는 의무로 부속서 I 국가들은 2000년까지 1990년 수준으로 온실가스 배출량을 동결하도록 노력해야 하며, 이를 위한 국가정책을 채택하고 구체적인 정책 및 조치를 시행하여야 한다. 두 번째는 경제수단의 활용에 있어서 국가 간 조화를 도모해야 한다. 세 번째는 개도국에 대한 재정지원 및 기술이전에 노력하여야 한다(강승진, 2001).

표 1. 기후변화협약의 의무사항

협약의무	일반의무	특별의무
대상국가	모든 가입국	선진국 (OECD & 사회주의 국가)
온실가스 통계 작성 및 제출	대상 : 이산화탄소 등 온실가스 배출 및 흡수량	없음
온실가스 감축목표	없음	2000년까지 1990년 수준으 로 온실가스 배출량을 안 정화 시키도록 노력
국가전략추진	기후변화방지 및 적응력 제고를 위한 국가프로그램 수립 이행 및 공표	상기 목표달성을 위한 국가 정책의 채택, 구체적 조치의 이행 및 성과 보고
공동협력사항	온실가스 저감기술 및 공 정개발·보급확대 온실가스 흡수원 보호 및 증진 국가정책에 기후변화문제 반영	개도국에 대한 재정 및 기술지원 국가 간 경제 및 행정수단 의 통합 추진 타국과 공동이행 가능

## 2. 교토의정서의 채택배경 및 경과

1995년 3월 독일 베를린에서 개최된 제1차 당사국총회에서는 협약상의 감축의무만으로는 기후온난화에 대처하는데 불충분함을 인정하고, 부속서 I 국가의 감축의무 강화를 위해 2000년 이후의 감축목표에 관한 의정서를 제3차 당사국총회에서 채택하기로 결정하였고, 1996년 7월에 스위스 제네바에서 개최된 제2차 당사국총회에서는 각료급 회의에서 각료선언을 채택하고 제1차 총회 결정사항을 재확인하였다. 그리하여 1997년 12월에 일본 교토에서 개최된 제3차 당사국총회에서는 그동안 온실가스 배출량 감축에 드는 막대한 경제적 비용 때문에 많은 논란에도 불구하고 구속력 있는 감축목표가 설정되지 못했던 전례를 깨고, 선진국들은 환경문제에 대한 국제사회의 여론 및 온실가스 배출에 대한 역사적 책임을 외면할 수 없어 2000년 이후 선진국의 감축 목표를 주요 내용으로 하는 교토의정서를 채택하게 되었다.

1997년에 채택되어 2005년에 발효된 교토의정서는 기후변화에 대처하기 위해 국가가 행해야 할 정치적 대응을 규정한 국제적 규범이자, 제도이자, 틀로서 위상을 지닌다. 특히 의무감축을 부여받은 선진국들은 교토의정서에서 규정된 목표 및 방식에 광범위하게 합의했으며, 이로 부터 비롯된 국내적 완화정책 및 시장 메커니즘의 발달은 기후변화에 대처하기 위한 대부분의 선진국들의 행동에 큰 영향을 끼쳐왔다. 교토의정서는 지구의 기후변화에 끼쳐온 인간의 악영향을 변화시키고자 하는 작은 첫걸음이었지만, 미국의 거부를 비롯하여 막대한 온실가스를 배출하는 개도국들인 중국, 인도 등의 감축의무 면제로 인해 발효 이후에도 큰 실효를 거두지 못한 것이 사실이었다. 하지만 이것은 대응이 어려울 뿐만 아니라 높은 비용이 들어가는 전 지구적 기후변화 문제를 해결하기 위해 국제사회의 구성원들이 합의하여 원칙과 목표를 수립하고, 규칙을 제정하며, 구체적인 전략과 이행 기제를 고안한 최초의 구속력 있는 기후변화 대응 결과물로서 중요한 의의를 갖고 있다.(김영신, 2010)



## 2.1 교토의정서의 주요내용

교토의정서는 첫째, 부속서 I 국가의 구속력 있는 감축목표를 설정하고 있다. 2008~2012년간 선진국 전체의 배출총량을 1990년 수준보다 5.2% 감축하되, 각국의 경제적 여건에 따라 -8%에서 +10%까지 차별화된 감축량을 규정하고 있다(제3조). 대상 국가는 부속서 I 40개국 중 협약 미 비준국인 터키, 벨라루스를 제외한 38개국이며 6개 가스를 대상가스로 설정하였다. 이러한 감축목표 부담에 따라 선진국들은 실제 배출량에서 20~30% 정도를 감축해야 했다.

표 2. 2008~2012년 국가별 감축목표율(1990년 대비)

1990년 대비 감축비율	국 가
-8% (26개국, EC)	EU 15개국 (오스트리아 -13%, 벨기에 -7.5%, 덴마크 -21%, 핀란드 0%, 프랑스 0%, 독일 -21%, 그리스 +25%, 아일랜드 13%, 이탈리아 -6.5%, 룩셈부르크 -28%, 네덜란드 -6%, 포르투갈 +27%, 스페인 +15%, 스웨덴 +4%, 영국 -12.5%) 불가리아, 체코, 에스토니아, 라트비아, 리히텐슈타인, 리투아니아, 모나코, 루마니아, 슬로바키아, 슬로베니아, 스위스
-7%	미 국
-6% (4개국)	캐나다, 헝가리, 일본, 폴란드
-5%	크로아티아
0% (3개국)	뉴질랜드, 러시아, 우크라이나
+1%	노르웨이
+8%	호 주
+10%	아이슬랜드

둘째, 온실가스배출량 감축의무이행과 관련된 경제적 부담을 덜어주기 위하여 공동이행제도, 청정개발체제, 배출권거래제 등 시장원리에 입각한 새로운 온실가스 감축수단의 도입에 대한 내용을 담고 있다. 대부분의 선진국들의 온실가스배출량은 계속 증가하고 있는데, 내적 수단에만 의존하여 감축목표를 달성하는 경우 경제적 비용이 막대할 것으로 분석되어 선진국들은 이를 최소화하기 위하여 이러한 제도들을 도입하였다. 또한 온실가스를 상품으로써 사고 팔 수 있게 함으로써 온실가스 저감 관련 기술시장을 활성화시키고, 감축비용 최소화, 기술시장 확대를 위한 전제조건인 개도국의 참여를 유도하기 위해서도 이러한 제도를 도입하게 된 것이다.

표 3. 교토의정서 주요내용

전문	내용
감축대상가스 기준년(3조)	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O : 1990년 기준
	HFC <sub>s</sub> , PFC <sub>s</sub> , SF <sub>6</sub> : 1990년 또는 1995년 기준
흡수원(3조)	1990년 이후의 조림, 재조림, 벌채 등에 의한 흡수원(Sinks)의 변화인정
공동달성(4조)	복수의 국가가 감축목표를 공동 달성하는 것을 허용(EU 버블)
공동이행(6조)	부속서 I 국가 간의 공동 프로젝트 실시로 감축 분획득
청정개발체제 (12조)	부속서 I 국가와 비부속서 I 국가의 공동프로젝트 실시로 감축분 획득
국제 배출권거래 (17조)	선진국 간에 감축 할당량의 거래
발효조건(25조)	55개국 이상이 비준 : 비준국들이 90년도 부속서 I 국가의 온실가스 배출총량의 55% 이상을 차지 비준이 끝난 시점에서 90일 이후에 발표

세 번째의 주요내용은 제4조에 있는 것으로 국가 간 연합을 통한 공동 감축목표 달성을 허용하는 내용이다. 이로 인해 EU 15개국이 개별국가의 사정에 따라 책임을 분담하여 교토의정서에서 EU국가들에 설정된 8% 감축 목표를 공동 달성할 수 있게 하는 이른바 EU Bubble이 가능하게 된다. EU의 개별 분담내용을 보면 독일과 영국이 각각 80%, 30%로 감축량 중 대부분을 차지한다. EU Bubble은 앞으로도 개도국에도 감축의무가 주어질 경우 아시아 지역의 Bubble 가능성을 열어놓은 것으로 볼 수 있다.

기후변화에 대한 더 자세한 과학적 규명과 더불어 전 지구적 차원의 정치적·정책적 대응을 요구하는 목소리가 높아졌고, 국제사회는 이를 위한 조직적 기반을 마련했다. 그 결과 창설된 ‘기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)’의 활동으로 인해 기후변화의 원인에 대한 명백한 과학적 증거들이 확보되었고, ‘기후변화에 관한 UN 기본협약(UNFCCC)’의 설립에 따라 국제사회의 모든 국가들이 협력하여 공동의 노력을 기울일 수 있는 기반이 마련되었다.

UNFCCC에 모인 국가들은 1995년 이래 매년 당사국총회(COP, Conference of the Parties)를 거치며 특정한 감축기간 내에 법적으로 구속력 있는 감축목표를 달성할 것을 공약했고, 이를 위한 국내정책을 수립할 것을 결의한 후 그 구체적인 결과물로서 ‘교토의정서(Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention on Climate Change)’를 채택했다. 이로부터 UNFCCC 회원국들의 국내 비준이 이루어져 교토의정서가 발효되기까지 7년 이상의 갈등과 논란을 거쳐야만 했지만, 결과적으로 국제사회는 기후변화 의제를 규범화시키고 정책, 제도, 법 등의 수립을 통한 국가행동 변화를 촉구하는데 성공했다(김영신, 2010: 56).

## 2.2 교토메커니즘

교토메커니즘과 관련된 사업내용을 살펴보면 온실가스 감축의무가 있는 부속서 I 국가가 비용부담을 덜기 위하여 자국의 감축비용 보다 부담이 적은 타 국가에서 온실가스 감축사업을 수행하고 이를 통하여 확보한 온실가스 감축량을 자국의 감축분으로 인정할 수 있도록 하는 것이다. 이러한 사업의 이행방식을 교토의정서에서는 사업 적용(투자) 대상국(부속서 I 또는 비부속서 I 에 따라 JI(Joint Implementation)또는 CDM으로 정의하고 있으며, 이러한 메커니즘의 활용 및 자국의 초과 감축 분을 통하여 확보한 배출권(Emission Credit)을 국제적으로 거래할 수 있도록 하는 배출권거래제(Emission Trading) 까지 포함하였다.

표 4. 교토메커니즘의 종류

구 분	공동이행(JI)	청정개발체제(CDM)	배출권거래제(ET)
근 거	제4조	제12조	제17조
참여자	교토의정서에서 감축의무를 받은 선진국 (부속서 B 국가)	선진국 및 개도국 모두 가능	기후변화협약 선진국 (부속서 I 국가)
시기	2008년	2000년	2008년
거래 방식	프로젝트에서 나온 배출감축단위(ERU <sub>s</sub> )를 이전하거나 취득	개도국 프로젝트에서 나온 공인배출감축(CER <sub>s</sub> )를 취득	국가 간 잉여배출권 거래 (배출권 자체의 거래)
단위	배출감축단위 (ERI <sub>s</sub> : Emission Reductoin Units)	공인배출감축 (CER <sub>s</sub> : Certified E m i s s i o n Reductions)	할당된 배출권 (AAU <sub>s</sub> : Assigned Amount Units)의 일 부분
논쟁 사항	추가감축, 기준배출량 설정문제 등	추가 감축, 기준배출량 설정 문제 등	보조성, 거래 시장 거래, 부정거래 및 정보공개 문제 등

## 2.3 최근 기후변화협약 당사국총회 협상동향

가장 최근에 개최된 기후변화협약 당사국총회는 2013년 11월 폴란드 바르샤바에서 개최 되었다. COP 19에서 논의되었어야 할 가장 중요한 점으로 2020년 이후 적용할 새로운 기후변화 대응체제 협상이 2년 뒤 프랑스 파리 COP 21에서 마무리 될 수 있도록 구체적인 협상일정을 확인 하는 것이었다. 이유는 2021년으로 예정된 새 기후체제 출범에 차질이 불가피해 보인다는 예상 때문이었다.

제19차 당사국총회에서는 국가들에게 2020년 이후의 감축목표 준비를 개시하여 2015년 말 개최되는 제21차 당사국총회 이전까지 제출 할 것을 요청(invite)하는 문안에 합의하였으며, 향후 2020년까지 연간 1천억불 기후재원 조성을 위한 논의 기반을 마련하였다. 특히, 2015년까지 합의하기로 한 2020년 이후 신 기후체제 합의문에 담길 주요 요소들과 내년부터 논의할 사항들에 대해서 확인함으로써 내년과 내후년의 본격적인 2020년 이후 신 기후체제 형성을 위한 협상의 방향을 제시하였다(환경부, 2013).

더반플랫폼 작업반(ADP<sup>1)</sup>, Ad-hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action)에서는 신기후 체제 관련 협상의 2015년까지의 로드맵을 도출하였으며 2020년까지의 감축강화 방안을 촉구하는 결정문을 채택하였다. 2020년 이후 신기후 체제와 관련하여, 모든 국가들이 2020년 이후의 감축목표 준비를 개시 또는 강화하여, 2015년 말에 개최되는 제21차 당사국총회 이전까지 감축목표를 제출할 것을 촉구하는 문안에 합의하였다. 한편, 2014년 말까지는 감축목표와 함께 제출할 정보들을 결정하기로 하였으며, 당사국들은 2015년 말에 개최되는 COP 21 이전에 감축목표 이해를 통해 투명성을 제고하는 과정을 거치게 될 예정이다. 2020년까지의 감축강화와 관련해서는 아직 2020년 감축목표를 제

---

1) ADP(행동강화를 위한 더반플랫폼 작업반) : 2020년 이후 기후체제 및 2020년까지의 감축강화 방안 논의를 말한다.

시하지 않은 국가들에게 감축목표 제시를 촉구하고, CDM에서 얻어진 크레딧(CERs)의 자발적 취소를 통한 탄소시장 건전화를 권유하는 등 다양한 감축강화 방안을 제시하였다. 내년부터는 선진국과 개도국의 감축목표를 어떻게 차별화시킬 것인지, 또한 각국이 제출한 감축목표를 어떻게 전지구적 감축목표에 부합하게 할 것인가 등 보다 구체적인 내용이 본격 논의될 것이다. 또한, 내년 협상회의에서는 이번 총회에서 제기된 전지구적 적응목표(Global Adaptation Goal), 감축 및 지원 등에 대한 측정·보고·검증(MRV<sup>2)</sup>)에 대한 논의도 본격화될 것으로 보인다(환경부, 2013).

한편, 당사국총회는 GCF(Green Climate Fund)<sup>3)</sup>와 관련하여 가능한 빨리 필수적인 사항(사업모델 등)을 확정하고, COP 20까지 GCF의 초기재원 조성을 위한 준비 작업을 완료하도록 촉구하는 지침(guidance<sup>4)</sup>)을 결정했다. 또한, 장기재원 조성을 촉진하기 위하여 매 2년마다 기후재정 관련 장관급 회의를 개최하는 동시에 선진국은 재원확대 전략(strategies and approaches<sup>5)</sup>)을 제출하도록 정하였다. 특히 우리나라는, 장기재원 워크프로그램 종료 이후 2020년까지 연간 1천억불의 기후재원을 조성하기 위한 정치적 합의가 필요함을 주장하며 장기재원 고위급 작업반 설치를 제안하였으며, 이러한 주장은 워크숍 설치와 2020년까지 내년부터 격년마다 기후재원 장관급 대화를 개최하는 형태로 결정문에 반영되었다. 또한, GCF에 대한 COP의 지침에 재원확충을 내년 당사국총회까지 개시하도록 기한을 명시하고 개도국 준비 사업에 우선 지원할 것

---

2) MRV(Measurable, Reportable, Verifiable) : 측정·보고·검증을 말한다.

3) 녹색기후기금을 말한다.

4) COP-GCF 간 관계(arrangement)에서 COP은 GCF에게 지침을 주고(under the guidance of the COP), GCF는 COP에게 책임을 지도하도록 한다.

5) 선진국의 재원확대 전략에는 1) 기후재정의 투명성을 높이기 위한 정보, 2) 기후재원 정책·프로그램·우선순위, 3) 추가적 기후재정 조성을 행동·계획, 4) 적응과 감축의 균형을 확보하기 위한 정보, 5) 재원조성 환경 개선경과 등 포함한다.

을 지침에 포함시켜야 한다는 우리 의견이 결정문에 반영되어 GCF의 조속한 정상운영의 기반을 마련하였다. 최근 필리핀에서 발생한 태풍 하이옌으로 인해 더욱 이슈가 된 기후변화로 인한 손실과 피해<sup>6)</sup>(loss and damage) 대응과 관련하여 금번 총회에서는 바르샤바 메커니즘을 구축하였다. 바르샤바 메커니즘은 기후변화에 특히 취약한 개도국의 기후변화로 인한 손실과 피해에 대한 위험관리, 관련기구와 조직, 이해관계자 간 연계, 재원·기술 지원 등의 역할을 하는 별도의 집행위원회(executive committee)를 설치하는 것이 핵심이다. 또한, 이번 총회에서 산림 분야 협상에서는 ‘평가방법론’, ‘운영조직 설립’, ‘재정지원 방안’으로 바르샤바 REDD+<sup>7)</sup> 패키지(Warsaw REDD+ package)를 도출하는 성과를 거두었다. 2005년부터 시작된 개도국의 산림전용 및 산림황폐화 방지를 통한 온실가스 감축(REDD+) 협상이 일단락됨으로써 Post-2020 기후체제에서 개도국의 산림관리를 통한 온실가스 감축활동이 활발하게 추진될 것으로 기대된다. 개도국의 온실가스 배출량에 대한 국제적 검증방식(ICA, International Consultation and Analysis)을 확정함으로써 2014년부터 개도국이 제출하는 온실가스 배출에 대한 격년보고서(BUR, biennial update report)가 국제전문가에 의해 검증을 받게 될 것이다. 한편, 수석대표로 참석한 윤성규 환경장관은 다양한 양자 및 다자 활동을 통해서 기후재정 및 신기후체제 협상의 진전을 촉구하였다. 특히, 기후재정과 관련하여 고위급회의 수석대표 기조발언, 기후재정 고위급 장관대화 및 EIG 장관급회의 등의 계기에 고위급 작업반 설치를 통한 기후재정 논의의 실질적 진전을 촉구하였으며, 반기문 UN사무총장 면담, GCF 사무총장 및 UNDP 총재 면담시 GCF 출범이 개도국의 기후변화 대응에 중요

---

6) ‘손실과 피해’는 기후변화의 부정적 영향으로 인해 발생하는 자연재해와 같은 극한기후현상 및 해수면 상승 등의 서서히 발생하는 피해(slow-onset event)를 의미한다.

7) REDD+(Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation plus conservation) : 개도국의 산림전용과 황폐화 방지 및 지속가능한 산림경영을 말한다.

한 시그널을 줄 수 있음을 강조하는 한고, GCF 초기재원 확보가 선진국의 공공재원 공여로 이루어져야 함을 강조하면서 향후 협력방안을 모색하는 등 재정 분야와 관련한 활발한 활동을 전개하였다(환경부, 2013).

한편, 폴란드가 특별 세션으로 마련한 기후변화 장관-시장 대화에서 패널토론자로 참석한 윤성규 환경장관은 한국 지자체와 중앙정부의 온실가스 감축을 위한 협력 모범사례<sup>8)</sup>을 소개하고, 전 세계의 지자체 차원의 모범사례의 전파를 위해 국제정보 플랫폼(international information clearinghouse) 설치를 제안하는 등 다양한 이해관계자들의 참여를 통한 감축강화 방안을 제시하였다. 금번 총회에서 2020년 이후 감축목표를 2015년까지 제출하는 것으로 감축목표 제출시기가 점차 구체화됨에 따라, 우리나라도 조속히 정책적·기술적·사회적 준비 작업을 개시해야 할 것으로 보인다. 특히, 감축목표를 자발적으로 제출한 후 국제사회의 이해를 위한 국제적 검토과정을 거칠 가능성이 있는 바, 이에 대비해야 할 것이다. 또한, 재정 분야협상에서 얻은 성과를 바탕으로 개도국에게 GCF가 조속히 정상적으로 운영되고 있다는 신호를 보낼 수 있도록 GCF 능력배양사업을 통해 우리나라의 적극적인 역할이 중요할 것으로 보인다. 대개도국 지원 사업을 적극 추진하여야 할 것이다(환경부, 2013).

---

8) 온실가스 목표관리제, 공공기관 그린카 보급, 탄소포인트 제도 등을 말한다.



표 5. 주요 기후변화협약 당사국회의 결과

일 정	주 요 내 용
COP3 1997, 교토	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 교토의정서 채택(Kyoto Protocol) 채택</li> <li>▪ 2010년까지 1990년 수준의 평균 5.2% 감축 등</li> </ul>
COP11 2005, 몬트리올	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 교토의정서 이행절차 방안을 담은 19개의 마라캐쉬 결정문을 승인</li> <li>▪ 2012년 이후 기후변화체제 협의회 구성</li> </ul>
COP13 2007, 발리	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 발리로드맵 채택</li> <li>▪ 개도국, 협정 탈퇴국의 온실가스 감축방안 마련</li> </ul>
COP14 2008, 포즈난	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ '09년 6월까지 교토의정서를 대체할 새로운 협약 초안 완성에 동의</li> </ul>
COP15 2009, 코펜하겐	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기온 상승을 산업화이전 대비 2도 이내로 억제</li> <li>▪ '10.1.31까지 부속서 I 국가는 중기감축 목표 제출, 비속서1 국가는 자발적 감축행동 제출 (코펜하겐 합의문)</li> </ul>
COP16 2010, 칸쿤	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 포스트-교토체제 협상 종료시점을 '11년 남아공 더반 당사국 총회로 연장</li> <li>▪ 2020년까지 연간 1천억 달러 규모의 녹색기후 기금 조성 등을 담은 합의안 도출</li> <li>▪ 지구온도 상승을 산업화 이전 대비 2도 이내로 억제하기 위한 '긴급 행동' 촉구</li> </ul>
COP17 2011, 더반	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 교토의정서 연장과 선진국의 2차 공약기간에 공백이 없도록 논의</li> <li>▪ 녹색기후기금(Green Climate Fund) 조성 합의</li> </ul>
COP18 2012, 도하	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2012년 만료되는 교토의정서를 2020년까지 연장</li> <li>▪ 선진국과 개도국이 참여하는 새로운 감축안 기반 조정</li> </ul>

## 제 2 절 기후변화 관련 선행연구

### 1. 탄소배출 저감을 위한 에너지원간 대체성 효과에 대한 연구

지구의 온난화 문제가 등장하면서 1차 에너지원대 1차 에너지원간 탄력성 및 1차와 2차 에너지원간 대체성을 탄소배출과 관련한 연구가 시작되었다. 탄소를 덜 배출하는 에너지원으로의 대체에 의해서도 탄소배출량이 감소하므로 에너지원간 대체성은 탄소배출 저감에 매우 중요한 역할을 한다고 하였다(마용선, 2001). Eskeland, Jimenez & Liu는 오염의 감소가 에너지원간 대체에 의해서도 달성될 수 있다고 하였다. 신의순(1981)은 1962~75년의 한국경제 전체의 시계열 자료를 이용해 석탄, 석유, 전력 세 가지 에너지원간의 대체성을 분석하였으며, 대체성의 분석결과 3개 에너지원 모두 상호 대체관계를 나타낸 것으로 확인하였다. 또한 에너지원 믹스와 부문별 에너지 소비가 이산화탄소 배출량 감축 및 경제성장과 더불어 중요한 요소라는 것을 발견하였다. 에너지원 믹스에 대한 연구결과를 보면 지금까지 우리나라의 이산화탄소 배출량 감소에 가장 큰 영향력을 끼친 에너지원은 원자력인 것으로 나타났다(정용훈, 김수이, 2001: 295).

또, 화석 연료간의 대체 탄력성을 측정한 결과 석탄과 석유, 석유와 가스는 각각 서로 강한 대체관계를 나타냈으나 석탄과 가스 사이에는 어떤 유의적인 관계가 성립하지 않았다. 석유와 가스의 자기 및 교차탄력성 추정 값을 사용하여 가스에 대한 가격보조의 이산화탄소 감축 효과를 시뮬레이션 한 결과 기준연도 1997년에서 가격보조가 1% 이루어질 경우 석유감소분이 가스 증가분을 상쇄시켜 약 20만 7천톤의 이산화탄소를 감축할 수 있음을 연구하였다(이명현, 강상목, 정영근, 2011: 20).

## 2. 기후변화와 경제성장과의 영향에 대한 연구

소득이 높으면 에너지, 교통, 주택과 산업분야에서 생활하면서 이산화탄소의 배출을 증가시킬 가능성이 매우 높으며, 연구에 의하면 이산화탄소 배출과 소득과 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다(박동호, 2009: 145).

논문의 서두에서 국가의 발전 및 국민소득의 지속적인 증가가 환경에 더 큰 피해를 가져 올수도 있다는 문제가 경제발전 전략의 수립에 매우 중요한 요인으로 나타내었다. 많은 연구들이 환경오염과 소득간의 관계를 규명하고자 했는데, Cropper and Griffiths(1994), Selden and Song (1994), Grossman and Krueger (1995) 등의 실증연구들은 환경쿠즈네츠 곡선(Environmental Kuznets Curves)<sup>9)</sup> 가설을 검증하고 있다. 환경쿠즈네츠 곡선(이하 EKC) 가설에 따르면 경제 수준이 일정 수준 이상에 이르면 환경오염과 경제성장이 비례하지 않기 때문이다. 우리나라의 경우, 온실가스 배출과 경제성장 간의 상관관계에 대한 분석은 이광훈(2010), 이광훈, 이춘화(2009) 등의 연구가 있다. 이광훈(2010)은 우리나라 전국을 5개 광역 경제권으로 구분하여, 권역별로 이산화탄소 배출량에 대한

---

### 9) 환경쿠즈네츠 곡선(Environmental Kuznets Curves)

일반적으로 생산 활동에 필요한 에너지 소비로 인하여 대기오염을 포함한 환경오염이 발생한다. 하지만, 소득수준이 어느 정도 발전하면 환경에 대한 관심도가 높아지고, 보다 나은 삶의 질을 추구하기 때문에 환경규제의 필요성이 높아지게 된다. 또한 공공경제학 측면에서도 환경오염은 부정적인 외부효과를 발생시키기 때문에 사회의 최적 산출량을 생산하기 위해서는 정부가 오염물질을 배출하는 기업에 대하여 규제를 행하게 될 것이다. 이와 같은 환경정책은 기업의 오염물질 배출을 규제함과 동시에 기업으로 하여금 오염방지 시설투자를 증가시키고, 환경기술R&D투자를 촉진시킨다. 이와 같은 매커니즘으로 경제가 일정 수준 이상 발전하게 되면 환경오염을 감소시키는 것이 가능하게 된다. 즉 이와 같은 관계성을 환경 쿠즈네츠 곡선(Environment Kuznets Curve)가설이라고 하며, 이 곡선은 환경오염이 증가하다 감소하는 형태에 따라 역 U자형 패턴을 보인다(박주환, 2013: 60-61).

EKC를 추정, 비교하였다. 이 분석에 의하면 5개 권역 모두에서 이산화탄소 배출에 대한 환경쿠즈네츠 곡선의 존재를 상당히 일관되게 확인하였다. 이광훈, 이춘화(2009)는 수도권 서울, 인천, 경기 3개 지역의 이산화탄소 배출에 대한 환경쿠즈네츠 곡선의 가설을 검증하였으며, SUR 모형을 통해 EKC의 존재를 확인하였다. 그 외에도 우리나라에만 국한된 연구는 아니지만 최충익, 김지현(2006)은 이산화탄소 배출량을 중심으로 30개 OECD 국가의 1990년~2002년에 걸친 패널자료를 바탕으로 EKC 가설이 통계적으로 유의한 가설임을 증명하였으며, 정균오, 정영근(2004)은 83개 국가에 대한 1961년~1996년 패널자료를 이용하여 소득구간별로 이산화탄소 배출에 대한 EKC를 추정하고 일부 소득구간에서 EKC 가설의 존재를 확인하였다. 김정인, 김진욱, 박창원(1999)도 주요 OECD 국가의 1985년~1994년 자료를 이용하여 이산화탄소, 아황산가스, 이산화질소 및 질소산화물, 분진, 휘발성 유기화합물 등에 대한 EKC의 존재 여부를 검증하였다. 이상의 연구는 EKC 설 검증에 대한 연구가 대부분이다.

하지만 국가 경제성장이 반드시 환경오염 배출의 증가를 가져오는 것은 아닌 것을 보여주는 연구도 있다. Holtz-Eakin and Selden(1995), Shafik(1994)등의 연구를 보면 환경오염이 소득수준에 따라 단조적으로 증가한다는 것을 보이고 있다.

인구변화나 소득변화가 이산화탄소 배출량에 강한 영향을 미친다는 주장은 John(2008)이전에도 많이 논의되었다. Grossman and Krueger(1995)가 환경의 질이 경제발전의 초기 단계에는 점점 떨어지다가 경제가 성숙발전단계에 들어서면 다시 높아지는 현상을 국가별·시계열 자료로 이용하여 증명한바 있다. 해외연구에서는 온실가스 배출과 경제성장 그리고 에너지의 상호관계를 연구한 최근 몇몇 문헌들이 존재하는데 Brock and Taylor(2004, 2005), Marrero (2010), Ang (2007, 2008)의 연구를 들 수 있다. 대부분의 문헌들에서 경제성장뿐만 아니라 에너지 부문도 온실가스 배출량에 영향을 미치는 중요한 변수라는 것을 발견하였다. 특히

Marrero (2010)는 EU 국가들에 대한 패널데이터를 활용하여 온실가스 배출과 성장 그리고 에너지믹스에 대한 연관관계를 종합적으로 분석하였다.

유병철(2001)은 횡단면 분석을 통해 경제가 성장할수록 이산화탄소 한계 배출성향이 줄어드는 것을 파악하였다. 또한 OECD 국가간의 1인당 이산화탄소 배출량의 차이는 국가간의 소득 탄력성의 차이보다는 기후, 지형학적 위치, 천연자원 부존량, 산업구조, 환경규제정책 등과 같은 국가가 가진 고유효과(Individual Effect)에 있음을 제시하였다.

### 3. 탄소배출에 미치는 영향에 대한 연구

Sutherland(1998)는 탄소배출 저감을 위한 여러 가지 정책들을 비교하고 있다. 그는 탄소의 배출을 저감하기 위한 정책들은 4가지 중심변수(Key variables)를 통해 탄소배출에 영향을 미친다고 했다. 네 가지 중심변수는 탄소/에너지 비율(Carbon/Energy Ratio), GDP성장률, 에너지가격, 에너지 추세이다. 탄소배출 저감 정책들은 4개의 변수 중 적어도 하나를 통해 탄소 배출량에 영향을 미친다고 하였다.

온실가스 배출에서 에너지 부문의 이산화탄소 배출이 차지하는 비중은 85% 이상으로 절대적이기 때문에 온실가스 감축을 위해서는 대부분 에너지 연소에서 발생하는 이산화탄소 감축이 뒤따를 수밖에 없다. 그러나 이러한 이산화탄소 감축은 에너지 소비감소로 이어지며, 이는 경제성장의 둔화가 우려된다. 따라서 지금까지 대부분의 이산화탄소 배출량의 결정요소에 관한 연구는 환경쿠즈네츠곡선의 성립 여부에 초점이 맞추어져 있었다.

#### 4. 제도적 관점에서의 기후변화협약에 대한 연구

기후변화협약은 협약 그 자체적으로 볼 때 강제성이 없는 가입국가 상호간의 보이지 않는 약속이다. 그렇기 때문에 이 약속을 제도적, 정책적 측면으로 접근할 필요가 있어 선행연구를 통해 ‘글로벌 환경거버넌스’와 ‘국제레짐(Regime)’을 기후변화협약의 의미를 살펴보았다.

제도적 관점으로 볼 때 글로벌 환경거버넌스는 전 세계의 공적·사적 행위자들이 지구환경보호라는 목적을 달성하기 위해 다양한 이해관계를 조정·수용하면서 상호협력적인 행동을 취하고, 이를 통하여 여러 종류의 환경협약과 및 레짐을 형성하고 이행하는 과정을 일컫는다(이신화, 2007: 312).

환경거버넌스는 ‘인간에 의한 자연환경에 대한 개입’이 규율, 관리되는 다양한 채널을 뜻하는 것으로 여기에는 규범의 형성, 제도(레짐)구축, 합의의 실행 및 감시가 포함된다. 이는 환경과 관련한 규범, 기대 및 사회적 이해를 통해 광범위한 행위자들이 참여하게 되는 과정이기도 하다(Cambridge, MA ,the MIT Press, 2004).

지구적 환경위기를 극복하기 위한 협력이 필요하다는 인식은 선진 산업국과 후진 개도국 모두가 공감하지만 각 국가들이 국내적 환경정책 결정에 영향을 주는 편차들 때문에 협력이 쉽지만은 않다. 이러한 국내적 편차들을 극복하여 협력을 증진시킬 수 있는 방법은 효과적인 국제레짐을 설립하는 것이다. 국제레짐이란 특정 이슈 혹은 관련 이슈에 관한 국제적 행동을 규제하기 위하여 관련국들 간에 맺는 다자간 협정을 통해 규정된 규범(norms)과 규칙(rules)의 체계를 말한다. 이러한 레짐은 무형의 비공식적인 규칙일수도 있고, 사무국, 예산, 직원 등이 존재하는 유형의 기구가 될 수 있다.

레짐(regime)은 국제관계에 있어서 정부 간 합의를 이룬 원칙, 규칙, 관습, 재정적 책무 등을 포괄하는 의미이며, 정부 간 합의된 법칙이나 규범을 실천하기 위하여 의도적으로 조직된 메커니즘을 지칭한다. 정부간

합의가 실효를 거두기 위해서는 이를 효과적으로 실행할 수 있는 메커니즘이 존재하지 않으면 레짐으로서 의미를 상실할 것이다. 따라서 레짐을 단순한 법규나 규칙들의 집합으로 보기보다는 협력적이며 제도화된 협력체로 이해하는 것이 현실적이다. 단지 공식적 기구들은 관료적 특성과 이기적 국익추구에 집착하는 경향이 있기 때문에 레짐을 공식적 기구보다는 좀 더 열려있는 유동성 있는 “정부간 협력 실체”로 보는 것이 타당하다(안형기, 2011: 109)

손효중(2006)은 대부분 국제레짐이 ‘원칙(principles), 규범(norms), 규칙(rules)을 수반하며 이를 체계적으로 관리하는 구체적 논의’라는데 공통적인 의견을 가지고 있으며, 국제레짐은 규제성 있는 원칙·규범·규칙을 효과적으로 운용하여 국제적 협력을 이끌어 내기 위해 합의된 개념으로 보았다. 따라서 국제레짐은 ‘협력(cooperation)’의 방법을 통해 합리적 이기주의 행위자(egoistic rationalactor)인 국가들이 국제사회에서의 공존공영(共存共榮)과 이익의 극대화를 꾀하는 것을 돕는다고 하였다.

## 제 3 장 연구문제 및 연구방법

### 제 1 절 연구문제 및 연구가설

#### 1. 연구문제 및 분석틀

이 논문의 연구목적은 국가 상호간에 영향을 무시 할 수 없는 현 세계화 추세에서 기후변화협약이 OECD국가 전력을 생산하기 위한 발전산업 구조에 영향을 미쳤는지에 대한 연구이다. 그런데 여기서 먼저 확인을 하고 가야할 부분이 있다. 과연 기후변화협약이라는 것이 국제적 약속에 포함이 되는지에 대한 부분이다. 국제적 정책 약속이라는 의미의 말로 레짐(Regime)이라는 용어를 사용한다. 레짐의 사전적 의미는 정책으로 되어 있지만 특정한 말로 대체가 어려워 보통 레짐으로 표현한다고 되어 있다. 이 말은 크래즈너(Krasner, 1983)가 정의하였는데 국제 레짐의 의미를 “국제관계의 특정 영역에서 행위자의 기대하는 바가 수렴되는 명시적 혹은 묵시적인 원칙, 규범, 규칙 그리고 정책결정절차의 총체”라고 정의하고 있다. 다시 말하면 국제 레짐의 대상은 국제관계이고, 특정영역이며, 행위자의 기대 수렴되고 그 내용은 명시적이거나 묵시적으로 공유하여야 한다는 의미를 담고 있다.

크래즈너에 의하면, 국제 레짐은 국제관계에서 다음과 같은 역할을 한다. 첫째, 국제 레짐은 각 국가의 이익을 극대화시키는 방법을 변화시킨다. 둘째, 국제 레짐은 국가이익의 해석을 변화시킴으로써 국제협력을 유도한다. 셋째, 국제 레짐은 약소국들의 외교능력을 강화시킬 수 있다. 넷째, 국제 레짐은 각기 다른 국가들의 국력의 실제 능력을 변화시킨다. 따라서 국제 레짐은 다자간 갈등이 발생하는 상황에서 두 개 이상의 국가들이 협력적·제도적으로 대응하는 하나의 수단이 되며, 이러한 점에서



국제 레짐은 제도화된 갈등관리의 한 형태를 나타낸다. 또한 국가이익은 현실주의의 주장처럼 반드시 힘에 의해서만 얻어지는 것이 아니라, 협력을 통해 공동이익이 창출될 수도 있다. 이러한 논리에 근거하여 국제 레짐 이론은 행위자간 상호 논의를 통해 다자간 이해득실을 계산하고 합리적으로 공동이익을 생각하면서 자기의 이익을 얻어내는 국가 간 협력적 행위를 함의하고 있다(Krasner, 1983: 359-367). 또한 국제 레짐의 기준은 원칙, 규범, 규칙, 정책결정 절차의 형태로 표기된다. 김영신(2010)은 교토의정서가 국제적 레짐으로서의 표현이 가능한지에 대해서 연구하였으며, 교토의정서가 기후변화협약에 따른 온실가스 감축목표를 누가, 얼마만큼, 어떻게 줄이느냐에 대한 문제를 결정한 국가 간의 약속이라 표현하였다.

이 논문의 연구문제를 순차적으로 진행하려한다. 1단계는 시계열 자료를 이용하여 기후변화협약 체결 이후 OECD 국가 간 변화를 비교 한다. 에너지는 국가의 경제성장에도 밀접한 관련이 있기 때문에 많은 국가들은 성장과 환경보호라는 두 가지 상황을 보완해야 하는 문제에 봉착했을 것이다. 이런 경우 3가지 정도의 예측을 할 수가 있다. ①기후변화협약 이후 화력발전비율에 변화가 있는 국가 ②기후변화협약에 영향을 받지 않은 국가 ③기후변화 협약에 영향 없이 에너지원 형태에 변화를 준 국가 정도로 분류를 할 수 있을 것이라 생각된다. 아래 그림은 연구문제 및 분석들에 대한 모형을 설명하였다.

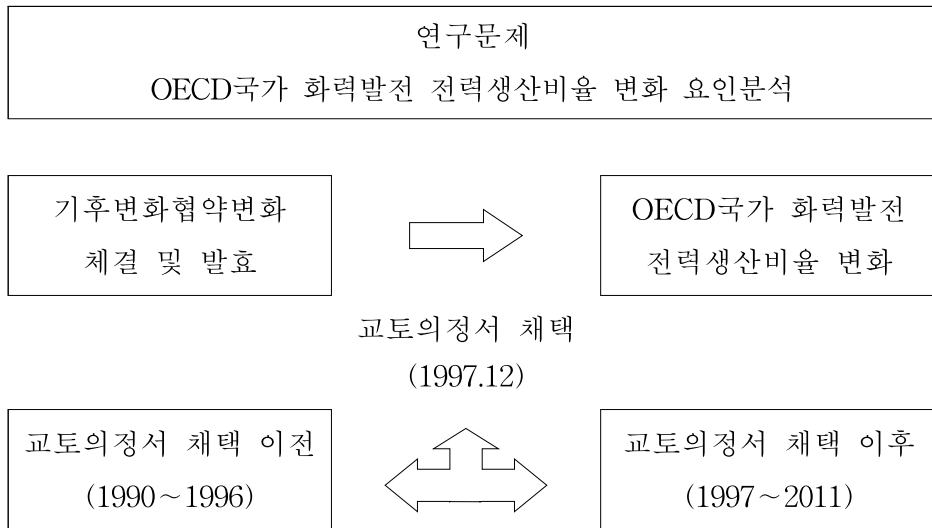


그림 1. 연구문제 및 연구 분석틀

## 2. 연구가설

이 논문 연구에서의 관심사항은 기후변화협약이라는 국제적 약속 효과 여부이며, 각 국가에게 강제성이 없는 단순한 약속이 효과가 있는지 아니면 국가별로 할당된 수치를 설정하여 목표를 주는 것이 더 효과가 있는지 알아보기 위해 다음과 같이 연구가설을 설정하였다.

### 2.1 연구문제 1

기후변화협약이 OECD국가 화력발전 전력생산 비중에 영향을 미치는가?

가설 1-1. 기후변화협약 이후 OECD국가는 화력발전에 의한 전력생산 비율을 감소(-) 시켰을 것이다.

가설 1-2. 교토의정서 채택 후 의무대상국은 화력발전에 의한 전력생산 비율을 감소(-) 시켰을 것이다.

## 2.2 연구문제 2

다음은 국가 간 약속 외에 각 국가 내에서 영향을 미치는 요인을 분석하고자 한다. 이것은 1인당 소득이 증가하면서 환경오염이 오히려 하락한다는 환경쿠즈네츠 곡선을 근거로 설정하였으며, 추가적인 독립변수로는 화력발전의 에너지원인 화석연료가격지수(Commodity Fuel Index)를 추가하여 아래와 같이 두 번째 연구가설을 설정하였다.

OECD국가 화력발전 전력생산 비율에 미치는 요인은 무엇인가?

가설 2-1. 인구 증가율은 OECD국가 화력발전에 의한 전력생산 비율에 양(+)의 영향을 주었을 것이다.

가설 2-2. 1인당 GDP 증가율은 OECD국가 화력발전에 의한 전력생산 비율에 양(+)의 영향을 주었을 것이다.

가설 2-3. 연료가격지수는 OECD국가 화력발전에 의한 전력생산 비율에 음(-)의 영향을 주었을 것이다.

독립변수	종속변수
인구증가율	화력발전 전력생산비율
1인당 GDP 증가율	
화석 연료가격지수	

그림 2. 연구문제 2의 독립변수, 종속변수

## 제 2 절 연구방법

### 1. 연구방법

수집한 데이터의 기술 분석과 그래프는 MS Excel을 이용하여 추세 및 수치를 확인하였으며, 통계프로그램의 하나인 IBM SPSS 21.0을 이용하여 교토의정서 채택이라는 사건이 주는 영향과 독립변수를 통해 연구를 진행하였다. 그 후는 각각의 기술 분석 값과 통계치를 활용한 결과를 나타내어 결과 값에 대한 분석과 시사점을 제시하였다. 마지막으로 특별히 분석결과의 의미가 있었던 국가 및 선진국 그리고 우리나라의 정책을 서로 비교하고 시사점을 도출해 내려고 한다.

### 2. 연구기간

OECD국가를 비롯하여 대상 국가별 연구기간은 교토의정서 채택 시 제3조<sup>10)</sup>에서 기준년도<sup>11)</sup>로 설정하였던 1990년부터 각국의 데이터 수집이 가능한 2011년까지로 설정하여 진행하였다.

#### 2.1 연구그룹

연구그룹은 OECD국가와 Non-OECD국가를 기준으로 하여 2그룹으로 나누었다. 그리고 교토의정서 채택 당시를 기준으로 부속서 I 국가와 개도국을 기준으로 다시 2개의 그룹을 형성하였으며 그 목록은 대상에 대

---

10) 교토의정서 제3조 : 2008~2012년간 부속서 I 국가 전체의 배출총량을 1990년 수준보다 최소 5% 감축하되, 각국별 -8%에서 +10%까지 차별화된 배출량을 규정하였다.

11) 기준년도(Historical Base Year) : 감축목표 설정 시 이용된 특정 연도를 지칭. 교토의정서의 경우 '90년을 기준년도로 사용한다.

한 결과는 아래와 같다.

그림 3. 연구그룹의 분류

	부속서 I 국가(30)	비부속서 I 국가(9)
OECD 국가(34)	Czech Republic, Estonia, France, Germany, Hungary, Iceland Poland Slovak Republic, Switzerland United Kingdom(10)	Chile, Israel Korea, Rep. Mexico Turkey(5)
	Austria, Australia, Belgium, Canada, Denmark, Finland, Greece, Ireland, Italy, Japan, New Zealand, Norway, Luxembourg, Netherlands, Portugal Slovenia, Spain, Sweden, United States(19)	
비 OECD 국가(5)	Russian Federation	Brazil China India, Indonesia(4)

### 3. 자료의 수집과 절차

본 연구에 필요하고 활용한 자료는 OECD국가 및 비OECD 대상 국가의 에너지원(화력, 원자력, 신재생)별 전력생산량, 이산화탄소 배출량, 이산화탄소 배출부분 비율, 국가 GDP, 총 인구수, 화석연료가격지수 었다. 이를 위해 World Bank, OECD 통계데이터, IEA(International Energy Agency)의 연도별 데이터를 추출 한 후 재구성 하여 분석하였다.

## 4. 분석 및 통계적 기법

### 4.1. 기술통계분석

#### 1) 기술통계

기술통계와 통계분석에 대한 해석은 위에 연구그룹에 표기된 것을 기준으로 하였다. 연구그룹을 아래와 같이 4개의 그룹으로 분리하여 진행하였으며, 향후 그래프 및 결과 값에 대한 내용도 특정 국가를 지칭하지 않고 그룹의 평균값을 이용하고, 표기 진행하려 한다. 분석 순서는 전 세계와 EU 연합, OECD 국가 전체평균을 비교하고, 대상 국가별로 이산화탄소 배출량, 전력사용량, 인구증가율, GDP증가율 순서로 진행을 하였다.

- G1 : OECD & 부속서 I 국가 그룹
- G2 : OECD & 비부속서 I 국가 그룹
- G3 : Non-OECD & 부속서 I 국가 그룹
- G4 : Non-OECD & 비부속서 I 국가 그룹

### 4.2 다중회귀방식

본 연구는 2개 이상의 독립변수와 하나의 종속변수와의 관계를 분석 다중회귀방식을 사용하였으며, 종속변수는 각 국가의 화력발전 전력생산 비중 증가율이며, 아래와 같이 식을 설정하였다.

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{p+1} d_1 + \beta_{p+2} d_2 + \beta_{p+3} d_3 + \beta_{p+4} d_4 + \beta_{p+5} d_5 + \epsilon$$

$y$  종속변수,  $\beta_0$  오차항,  $X_1$  화석연료가격지수,  $X_2$  인구증가율,  $X_3$  인당 GDP증가율,  $\epsilon$  오차항

$d_1$  교토의정서 채택 전후,  $d_2$  그룹 G1,  $d_3$  그룹 G2,  $d_4$  그룹 G3,  $d_5$  그룹 G4

1차로 분류된 국가들을 대상으로 국가경제규모, 경제성장을, 국가정책의 여부 등을 독립변수로 하여 다중회귀 방식을 통해 상관관계를 확인한다.

$$G1 : y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{p+1} d_1 + \beta_{p+2} d_2 + \epsilon$$

$$G2 : y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{p+1} d_1 + \beta_{p+3} d_3 + \epsilon$$

$$G3 : y_3 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{p+1} d_1 + \beta_{p+4} d_4 + \epsilon$$

$$G4 : y_4 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{p+1} d_1 + \beta_{p+5} d_5 + \epsilon$$

## 제 4 장 데이터 분석 및 해석

### 제 1 절 데이터 분석

#### 1. 이산화탄소 배출량

##### 1.1 이산화탄소 전체 배출량

1990년을 기준으로 전 세계 이산화탄소 배출량은 22,222,874(kt)에서 2010년 33,615,389(kt)으로 51.3%가 증가하였다. 우리가 연구할 대상인 OECD 국가의 경우 배출 증가량은 12% 정도로 전체 증가율에 비해서는 그리 많지 않았고, OECD국가가 많이 포함된 유럽 연합의 경우는 이산화탄소 배출량이 오히려 10% 정도 감소하였음을 볼 수 있었다. 많은 정보는 아니지만 간단한 수치 비교를 통해서도 1990년 이후에 전 세계 이산화탄소 배출량에 큰 영향을 미치는 새로운 국가들이 등장하였음을 알 수 있는 부분이다.

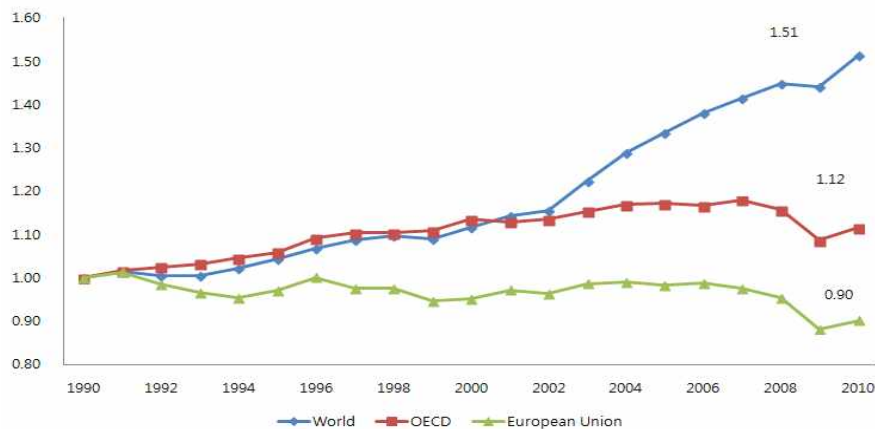


그림 4. 1990년 대비 전세계 이산화탄소 배출량 변화



아래 표에 1990년과 2010년 세계 이산화탄소 배출 순위를 1위부터 10위까지 정리한 후, 교토의정서 채택 년도인 1997년 데이터를 추가하여 비교하였다. 90년대에는 미국이 배출량으로 세계 1위를 고수하고 있었으나 중국은 90년을 기준으로 21년 동안 236%라는 증가속도를 보이면서 배출량이 급속도로 성장했음을 알 수 있다. 데이터를 살펴보면 중국은 2005년 이후 미국을 제치고 세계 이산화탄소 배출량 1위를 고수하고 있다. 10위 중에 OECD국가가 아닌 나라는 중국 외에 인도, 러시아가 보이고 있어, 국가의 경제규모도 중요하지만 인구수가 이산화탄소 배출량에 전혀 무관하지 않음을 어느 정도 예측할 수 있었다.

표 6. CO<sub>2</sub> Emissions(kt)

No	1990년		1997년		2010년	
1	미국	4,768,138	미국	5,419,441	중국	8,286,892
2	중국	2,460,744	중국	3,469,510	미국	5,433,057
3	일본	1,09,4834	러시아	1,559,238	인도	2,008,823
4	인도	690,577	일본	1,201,632	러시아	1,740,776
5	영국	571,051	인도	1,043,940	일본	1,170,715
6	캐나다	450,077	독일	862,277	독일	745,384
7	이탈리아	417,550	영국	545,573	한국	567,567
8	프랑스	399,028	캐나다	483,234	캐나다	499,137
9	폴란드	366,773	이탈리아	436,663	영국	493,505
10	멕시코	314,416	한국	430,007	멕시코	443,674

출처 : World Bank DATA <http://data.worldbank.org/>

다음은 인당 이산화탄소 배출량을 1990년부터 2010년 데이터를 기준으로 하여 비교하였다. 절대 배출량에는 없었던 룩셈부르크가 꾸준히 1, 2위를 왔다 갔다 하는 것이 좀 특이한 면이며, 절대 배출량에 우위를 보였던 중국, 인도는 없으며 러시아는 2003년 처음으로 10위권에 포함되어 있음을 알 수 있었다. 이를 통해 최근 기후변화와 관련된 당사국 총회에서 중국을 비롯한 개도국들이 선진국의 역할을 지속 강조하고 있음이 어느 정도 타당성이 있게 보이는 부분이기도 하다.

표 7. CO<sub>2</sub> Emissions(Metric Tons per Capita)

No	1990년		1997년		2010년	
1	룩셈부르크	26.2	미국	19.9	룩셈부르크	21.4
2	미국	19.1	룩셈부르크	18.9	미국	17.6
3	호주	16.8	호주	18.0	호주	16.9
4	캐나다	16.2	캐나다	16.1	캐나다	14.6
5	네덜란드	10.9	체코	12.5	에스토니아	13.7
6	벨기에	10.9	에스토니아	12.5	러시아	12.2
7	핀란드	10.4	핀란드	11.7	노르웨이	11.7
8	영국	10.0	벨기에	11.4	핀란드	11.5
9	덴마크	9.7	네덜란드	11.0	한국	11.5
10	폴란드	9.6	이스라엘	10.9	네덜란드	11.0

출처 : World Bank DATA <http://data.worldbank.org/>

아래 표는 전 세계 이산화탄소 배출순위를 분야별로 나눈 후 다시 연도별로 구분한 것이다. 배출분야는 전력 & 에너지 생산 분야가 계속된

1위로 1990년이나 2011년이나 변함이 없음을 알수 있다. 전력 & 에너지 생산부분은 6.6%의 성장세가 있었고, 주거부분에서 탄소배출이 감소하였음을 볼 수 있는데, 에너지 총량이 갈수록 늘어나는 형태임을 감안하면 이는 경제성장에 따른 생활환경의 변화로 주거에 사용되었던 1차 에너지가 2차 에너지로 변화되었음을 보여주는 내용이다.

표 8. 전 세계 부분별 이산화탄소배출순위 및 비율

연도	전력 & 에너지	산업	수송	주거	기타
순위	1위	2위	3위	4위	5위
1990	41.8%	22.4%	19.5%	12.7%	3.6%
1997	44.3%	20.8%	20.6%	11.8%	2.5%
2011	48.4%	21.6%	19.4%	8.9%	1.7%

## 1.2 그룹별 분석

그룹별 분석은 교토의정서 기준을 준수한 국가를 분류한 그룹별로 살펴해보았다. 총 39개국 중에서 교토의정서에 명기된 국가별 감축목표를 만족시킨 나라는 G1 그룹의 경우 체코, 에스토니아, 프랑스, 독일, 헝가리, 폴란드, 슬로바키아, 스위스, 영국과 아이슬랜드로 총 10개국이 교토의정서 감축 의무에 맞추어 이산화탄소 배출을 저감하였다. 그 외 19개 국가는 감소는 시켰음에도 기준을 만족하지 못한 국가와 증가시킨 국가로 확인되었다. OECD국가가 아닌 국가 중에는 부속서 I 국가인 러시아가 배출 기준을 만족시켰다.

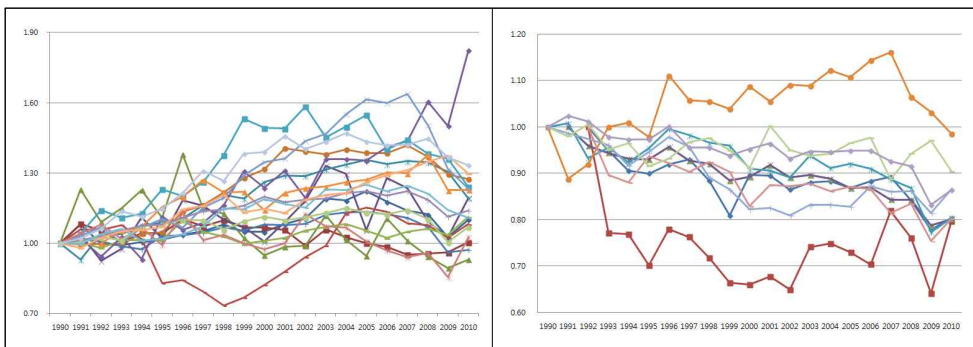


그림 5. 1990년 대비 G1 그룹 국가 이산화탄소 배출량 증감율

비 부속서 그룹인 G2, G4 그룹의 경우는 한국을 포함하여 OECD 국가임에도 불구하고 이산화탄소 배출량을 감소시킨 국가가 하나도 없었다. 특히나 G2, G4 의 경우 90년 기준으로 적게는 1.3배에서 최대 3.4배 까지 증가시킨 것을 볼 수 있어 기후변화협약과는 가입을 한 것과는 무관하게 에너지 소비활동을 했음을 예측 할 수 있었다.

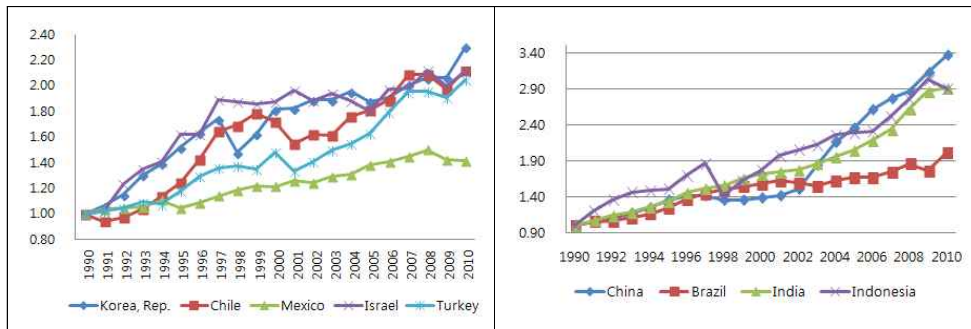


그림 6. 1990년 대비 G2, G4 그룹 이산화탄소 배출량 증감율

다음은 교토의정서 감축의무 기준에 맞춰 1990년 대비 이산화탄소를 감소시킨 국가의 에너지 사용구조에 대해서 살펴보았다. 평균을 비교해보니 모두 탄소 함유량이 적은 가스연료의 사용량을 평균 34% 증가시켰으며, 무엇보다도 탄소함유량이 적은 고체연료의 사용 비율을 90년 기준으로 평균 29%나 감소시킨 것을 확인할 수 있었다. 이중 고체연료 사용을 가장 많이 줄인 나라는 스위스 56%, 영국 50%, 헝가리 48%, 프랑스 43%로 자국의 에너지원 변화에 무척 적극적이라는 것을 알 수 있었다.

두 번째는 G1 그룹 중 미 준수국가에 대해 살펴보았다. 미 준수국가 역시 탄소 함유량이 적은 가스연료의 사용을 증가 한 것을 알 수 있었다. 하지만 액체연료의 사용량은 증가한 것으로 나타났고, 특이한 점이 탄소성분이 많은 고체연료의 사용을 준수국가와 마찬가지로 감소시켰음에도 불구하고 기준치를 만족시키지는 못하였다. 하지만 액체연료의 사용량은 21% 증가하였고, 결정적으로 고체 연료의 사용량을 감소시키지 못해 실질적인 이산화탄소 배출량 감소에 영향을 끼치지 못한 것으로 확인이 되었다. 이를 통해 이산화탄소 배출량을 감소하기 위해서는 화석 연료 중에서 액체와 고체연료의 사용을 감소시키는 것이 필요함을 확인할 수 있었다.

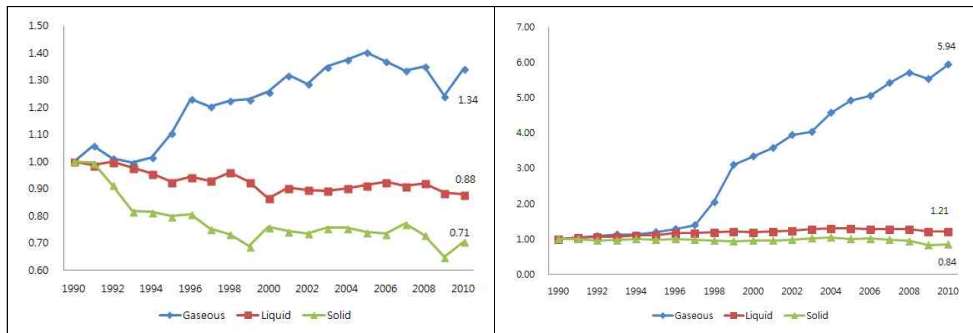


그림 7. 준수 & 미준수 국가 1990년 대비 연료별소 배출량 변화

다음은 우리나라가 포함되어 있는 OECD G2와 신흥에너지 소비국인 G4 그룹의 연료별 변화를 살펴보았다. 모두 의무대상국이 아닌 탓인지 모든 연료의 사용비율이 지속적으로 증가하는 추세를 보였다. 특히 이산화탄소 배출량이 적은 가스성상의 연료로의 전환이 두드러졌으나 고체연료의 지속 상승이 그 차이를 상쇄하지 못한 것으로 확인이 되었다.

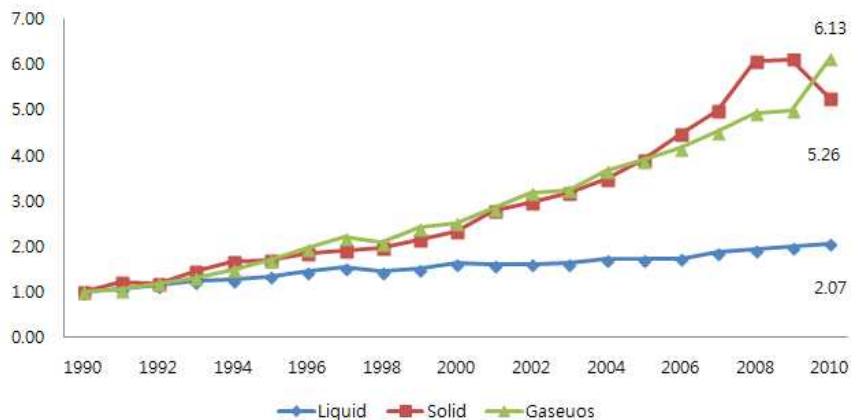


그림 8. G2, G4 비부속서 국가 1990년 대비 연료별 사용률 변화

## 2. 전력생산량

### 2.1 전 세계 전력생산량

전 세계 전력생산량은 1990년을 기준으로 2011년에는 187%의 성장을 보였다. 전력생산 에너지원으로는 화석연료의 사용량이 가장 많았으며, 의외로 신재생에너지의 전력생산량이 원자력 발전의 전력생산량보다 높음을 알 수 있었다. 그래프를 보게 되면 최근에는 상호 비슷했던 신재생에너지 부분의 전력생산량이 원자력 전력생산량을 크게 상회하는 것을 볼 수 있다.

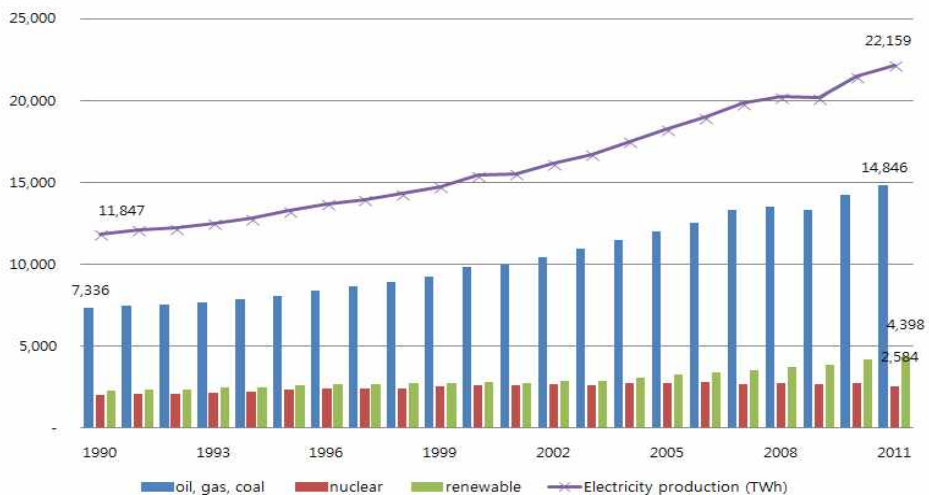


그림 9. 전력생산량(TWh) 및 전력생산 형태별 증가율

전 세계와 OECD국가, EU연합의 전력생산량 및 증가율을 비교해보았다. OECD국가와 EU연합의 경우는 어느 정도 중복이 되긴 하지만 지속적으로 전력생산량을 늘려 왔음을 알 수 있었고, 선진국 그룹의 증가율에 비해 세계의 증가율이 두배 이상 높다는 것은 역시 중국, 인도 등 개

도국의 영향이 상당히 크다는 것을 알 수 있다.

표 9. 90년 대비 전력생산 증가율

연도	EU연합		OECD		World	
	TWh	증가율	TWh	증가율	TWh	증가율
1990	2,577	26.5%	7,629	41.6%	11,847	87.0%
1997	2,835		8,916		13,976	
2011	3,261		10,802		22,159	

## 2.2 그룹별 분석

G3 러시아를 제외하고 모든 그룹의 전력생산량은 90년 대비 지속 성장하였다. 주목해야 할 점은 교토의정서 채택 당시 의무대상국인 G1, G3 대비해서 G2와 G4의 전력사용 증가율이 2~3배 이상으로 확연하게 차이가 난다는 점을 알 수 있었다. 이것은 이산화탄소 배출 증가율과 무관하지 않을 것이다.

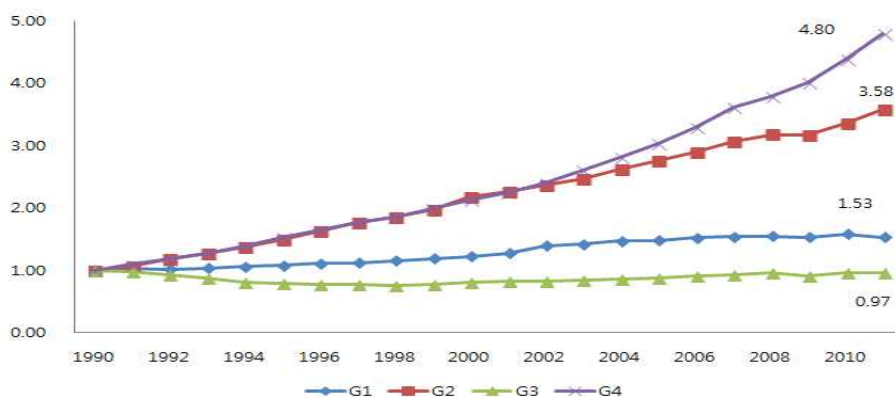


그림 10. 90년 대비 그룹별 전력생산량 증가율



## 2.3 에너지원별 전력사용량

다음은 발전에너지원을 기준으로 전력생산비율을 그룹별로 분리하였다. G1 그룹의 경우는 화력발전, 원자력발전의 비중을 줄이고 신재생에너지의 비중을 늘린 것으로 확인되었고, OECD국가 그룹인 G2의 경우는 화력발전의 비중을 12%이상 증가시킨 것으로 나타나 간접적으로나마 기후변화협약과는 별개로 국가 간 전력생산이 이루어진 것으로 짐작할 수 있었다. G3 같은 경우는 1개국이라 의미가 없지만 앞에서 천연가스 비중을 늘린 것으로 알려졌음에도 불구하고 화력발전의 비중을 지속 감소시켰으며, 원자력 발전의 비중을 크게 늘린 것이 특징이다. 마지막 개도국인 G4그룹은 숫자로는 큰 의미를 찾을 수 없었다. 하지만 전력 생산부분에 있어서는 G2와 유사한 그림을 보이고 있다.

표 10. 그룹 에너지원별 연도별 발전부분 비율, 단위 %

구분	년도	OECD		Non-OECD	
		G1	G2	G3	G4
화력	1990	55.2	64.5	73.6	59.1
	1997	54.2	67.4	68.0	64.6
	2011	50.3	76.8	67.7	64.6
원자력	1990	19.6	10.5	11.0	0.8
	1997	19.4	8.2	13.1	1.1
	2011	18.2	6.6	16.5	2.0
신재생	1990	25.3	25.0	15.4	40.1
	1997	26.4	24.4	18.9	34.3
	2011	31.5	16.5	15.9	33.4
90년 대비증가율		53.0	358	-3	480

### 3. 경제성장을 및 인구 증가율

아래 그림과 같이 1990년을 기준으로 보면 세계 인구는 지속적인 성장을 해왔다. 경제성장의 경우 2008년에 발생한 금융위기 시기를 제외하고는 지속적으로 우상향인 모습을 볼 수 있다. 경제성장 그래프는 전 세계, OECD국가나 EU연합 모두 유사한 형태를 보이고 있는데, 이는 국가 간의 경제성장을 별도로 구분하여 설명하는 것이 어려울 정도로 서로 밀접한 관계에 있다는 것을 알 수 있는 부분이기도 하다.

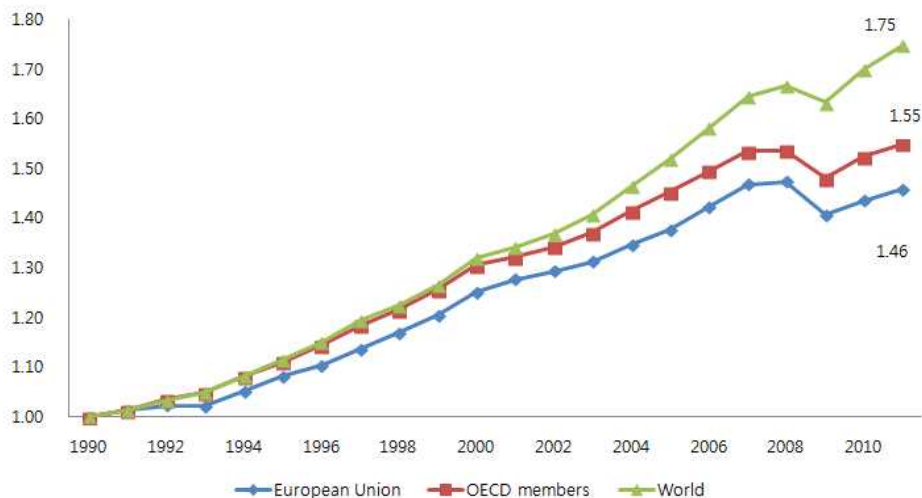


그림 11. 1990년 기준 경제성장을 비교

반면 인구 증가의 경우 특별한 굴곡 없이 지속적인 상향 형태를 보이고 있다. 인구의 경우는 OECD와 EU 연합 등 선진국을 포함한 그룹 쪽이 다소 낮은 성장률을 보이고 있으며, 유럽 연합은 21년간의 시간에도 6%정도의 인구 성장만을 한 것으로 나타나 경제성장만을 해온 것 같은 모습을 볼 수 있다.

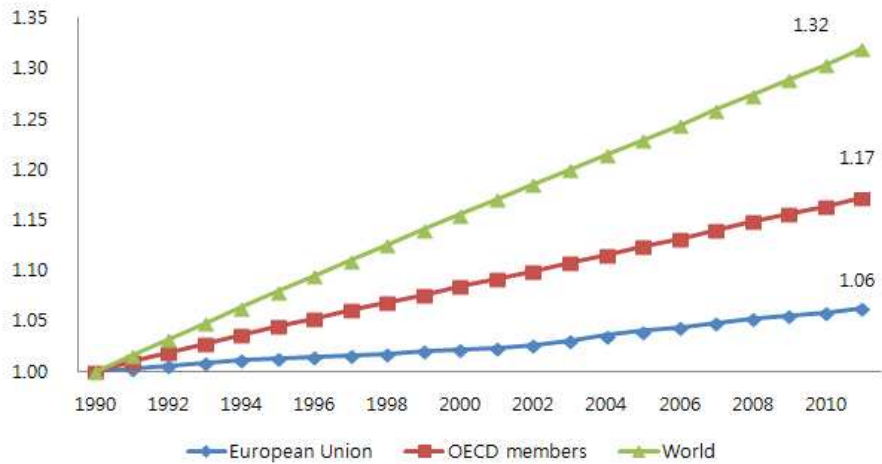


그림 12. 1990년 기준 세계 인구증가율

다음은 그룹별로 경제성장부분과 인구증가에 대해 비교해 보았다. G3인 러시아를 제외하고는 모든 그룹이 지속적인 성장을 해왔으며, 개도국이 포함된 G4의 증가율이 가장 높았고, 우리나라가 포함된 G2가 그 뒤를 이었다. G1의 경우 선진국이 가장 많이 포함된 집단이기 때문에 성장률이 다른 그룹에 비해서 다소 낮음을 짐작 할 수 있었다.

표 11. 그룹 연도별 경제성장율, 단위 %

년도	OECD		Non-OECD	
	G1	G2	G3	G4
1991	-0.8	6.0	22.4	5.2
1997	4.2	5.8	-29.5	5.4
2005	3.4	5.2	-48.8	7.4
2011	1.7	5.4	40.0	6.3
연평균	2.3	4.4	-17.4	6.2

인구 증가율은 앞에서 보았듯이 지속적인 성장을 해왔음을 볼 수가 있었는데, 그룹 간 분리보다는 교토의정서에 감축의무 대상국 여부로 볼 수 있을 것 같다. 의무대상국이 아닌 G2, G4의 경우 연간 1.4~5%이상의 인구 증가율을 꾸준히 보였으나, G1의 경우는 3분의 1정도의 증가율만 보였다. 선진국과 개도국사이의 차이를 어느 정도 볼 수 있는 수치일 거 같다.

표 12. 그룹별 연도별 인구증가율

년도	OECD		Non-OECD	
	G1	G2	G3	G4
1990	0.48	1.93	0.39	1.82
1997	0.39	1.64	-0.29	1.65
2005	0.61	1.11	-0.49	1.13
2011	0.50	1.20	0.40	0.99
연평균	0.51	1.50	-0.10	1.41

#### 4. 에너지가격 분석

에너지 가격의 경우 현재 천연가스를 제외한 모든 에너지원의 가격이 폭등한 상태이다. 특이한 점은 석탄의 가격이 원유보다 비쌌지만 현재는 원유의 가격이 1차 에너지원 중 가장 높은 가격을 형성하고 있음을 알 수 있다. 우리나라의 가격도 상당히 상승했음을 볼 수 있는데, 세계적인 원자력 발전의 비중을 생각하면 에너지원 가격이 상당히 높음을 알 수 있다. 이는 각국의 자원을 보호하기 위한 노력이 하나의 원인이 될 수 있을 것이고, 에너지 다원화 정책을 위한 국가 간의 노력으로 볼 수도 있을 것이다.

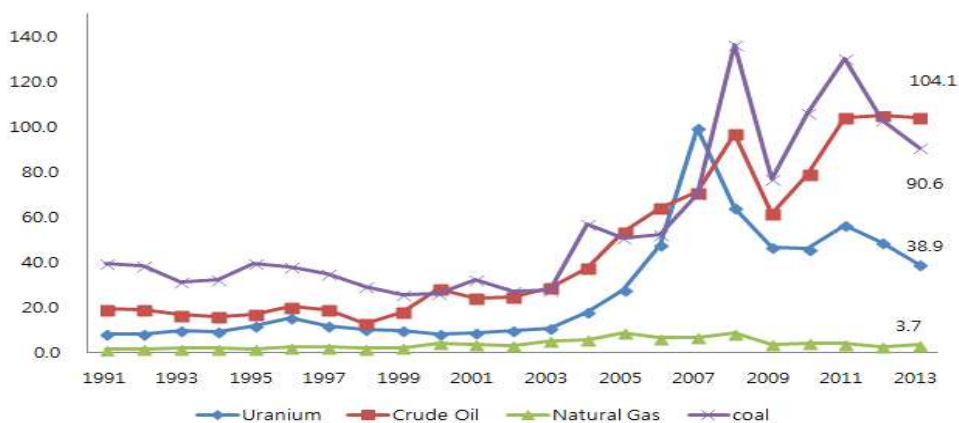


그림 13. 연도별 에너지원 가격 변동

아래 그림에서 보듯 GDP 대비 에너지 사용 증가율은 선진국들의 주축인 OECD 국가와 EU연합이 전 세계의 증가율을 상회하는 것을 볼 수 있다. 개도국보다는 선진국이 경제규모를 유지하기 위해 에너지 사용량을 꾸준히 늘려가고 있음을 알 수 있다. 하지만 앞에서 보았듯이 그 형태는 과거 유지했던 형태를 버리고 새로운 형태의 에너지원을 찾아서 자신들의 에너지를 소비하고 있음을 알 수 있었다.

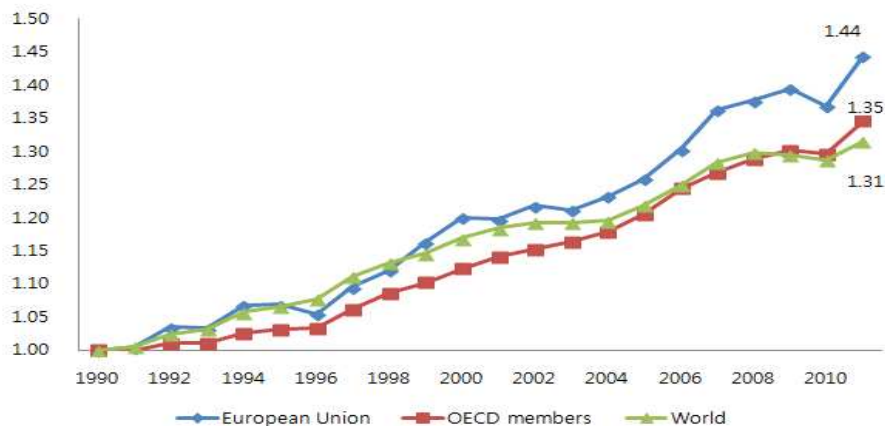


그림 14. GDP대비 에너지 사용 증가율

에너지 사용량의 증가량은 에너지 가격보다도 훨씬 가파른 추세이다. 아래 표를 보면 OECD국가가 인당 에너지 사용량이 개도국에 비해서 세계 평균을 넘어서고 있어 확실히 에너지 사용량이 높은 것을 알 수 있다. 이런 부분을 보면 기후변화협약 당시에 개도국에 속한 많은 국가들이 반대를 한 것이 충분히 이해가 되는 부분이다.

표 13. 그룹별 인당 에너지 사용량 평균

년도	OECD		Non-OECD	
	G1	G2	G3	G4
1990	5.87	6.87	2.13	4.05
1997	6.02	7.06	1.89	4.48
2005	6.94	7.68	2.60	4.74
2011	7.76	7.85	2.88	5.31
연평균	6.55	7.33	2.28	4.60

표 14. G1 그룹 국가 인당 GDP 에너지 사용량

인당 에너지 사용량	1990	1997	2005	2011
Czech Republic	3.41	3.91	4.84	5.83
Estonia	-	2.40	4.31	4.35
France	6.31	6.39	6.87	7.75
Germany	5.85	6.75	7.66	9.08
Iceland	3.13	3.00	2.97	1.87
Poland	3.02	3.87	5.69	6.84
Slovak Republic	3.15	3.58	4.63	6.49
Switzerland	9.49	9.54	10.6	12.25
United Kingdom	6.23	7.11	9.01	10.97
Austria	7.86	8.09	8.19	9.20
Belgium	5.18	5.01	5.75	6.16
Denmark	7.53	7.66	9.52	10.07
Finland	4.07	3.82	4.70	4.97
Greece	8.21	8.16	8.94	9.43
Ireland	6.29	7.89	11.25	12.51
Italy	9.18	9.17	9.01	9.82
Luxembourg	4.81	6.85	7.25	8.39
Netherlands	5.98	6.64	7.27	7.99
Norway	6.54	7.59	8.22	8.24
Portugal	9.65	9.01	8.52	9.91
Slovenia	5.76	5.26	6.44	7.13
Spain	8.53	8.34	8.38	9.88
Sweden	4.45	4.52	5.73	6.72
Hungary	4.73	4.79	6.21	6.90
Japan	7.46	7.15	7.47	8.52
New Zealand	5.00	4.94	6.25	6.22
Australia	4.72	4.90	5.84	6.37
Canada	3.59	3.62	4.16	4.89
United States	4.30	4.75	5.65	6.32
평 균	5.87	6.02	6.94	7.76

표 15. G2, 3, 4 그룹 국가 연도별 인당 GDP 에너지 사용량

인당 에너지 사용량	1990	1997	2005	2011
Korea, Rep.	5.24	4.65	5.22	5.27
Chile	6.52	6.52	7.36	7.81
Mexico	7.04	7.04	7.82	8.17
Turkey	8.30	8.30	9.26	8.84
Israel	7.26	7.26	8.75	9.18
평 균	6.87	7.06	7.68	7.85
Russian Federation	2.13	1.89	2.60	2.88
평 균	2.13	1.89	2.60	2.88
China	1.44	2.50	3.02	3.66
India	3.34	3.68	4.67	5.34
Indonesia	3.75	4.35	3.93	4.75
Brazil	7.66	7.40	7.35	7.49
평 균	4.05	4.48	4.74	5.31
OECD members	5.40	5.73	6.50	7.26
European Union	5.92	6.49	7.46	8.55
World	4.26	4.73	5.19	5.60

\* 산출근거

Energy use (kg of oil equivalent per capita)/

GDP per capita, PPP (constant 2005 international \$)



## 5. 기술 분석결과 소결

### 5.1 연구기간의 연장

이 논문의 연구기간은 교토의정서 채택 시 사용되었던 기준년도 1990년을 시작점으로 하였다. 그렇다면 이산화탄소 배출량을 감소시킨 OECD 국가들은 직접적으로 언제부터 시작하였는지를 확인해 보고자 데이터 수집 기간을 늘려 어떤 공통점과 차이점이 있는지를 확인해 보았다.

#### 1) 이산화탄소 배출량 감소 국가 비교

1960년을 기준으로 2010년까지 이산화탄소 배출량을 감소시킨 국가는 단 2개 국가 만이 있었다. 모두 G1 그룹에 속해 있었으며, 유럽국가라는 점이 공통점이다. 아래 표에서 우리나라가 60년을 기준으로 45배가 넘는 이산화탄소량을 증가시킨 것에 비하면 상당히 비교되는 부분이다. 미국은 배출량이 그리 늘지 않았음을 알 수 있고, 중국의 경우도 우리나라에 비하면 증가량이 그리 많지 않음을 알 수 있다.

표 16. 1960년 기준(=1) 2010년까지 이산화탄소 배출량 감소 국가

연도	United Kingdom	Luxembourg	China	United State	Korea
1970	1.12	1.19	1.62	1.50	4.28
1980	0.99	0.96	2.89	1.63	10.74
1990	0.98	0.87	5.73	1.65	19.67
2000	0.93	0.72	9.84	1.98	35.66
2010	0.84	0.94	16.66	1.88	45.22

그 외에 1970년, 1980년, 1990년을 기준으로 이산화탄소 배출량을 감소시킨 국가들을 살펴보고 목록은 아래와 같다. 아시아, 오세아니아, 북아메리카, 남아메리카 지역의 국가는 하나도 포함되지 않은 것을 알 수 있으며, 모두 유럽 국가로 유럽 쪽의 국가들은 어떤 의미로 상호간 많이 연결되어 있음을 알 수 있었다.

○ 1970년 기준 배출량 감소 국가(8)

France, Hungary, Switzerland, United Kingdom, Belgium, Denmark, Luxembourg, Sweden

○ 1980년 기준 배출량 감소 국가(9)

France, Hungary, Poland, Switzerland, United Kingdom, Belgium, Denmark, Luxembourg, Sweden

○ 1990년 기준 배출량 감소 국가(12)

Czech Republic, Estonia, France, Germany, Hungary, Iceland, Poland, Slovak Republic, Switzerland, United Kingdom, Denmark, Italy

2) 이산화탄소 감소국가들의 전력산업구조 및 GDP 증가율

이산화탄소 배출량을 감소시킨 국가들의 전력산업구조와 경제성장률을 비교하였다. 12개국 모두 화력발전에 의한 전력생산비율을 줄인 공통점을 가지고 있었으며, 1990년 이후로 연평균 2.7%의 1인당 GDP 증가율을 보였다. 이는 같은 기간 OECD국가 평균 1.8% 증가, EU연합 2.1% 평균 증가율을 상회하는 수치로 이산화탄소 배출 감소가 경제성장에 결

코 마이너스 요인이 아닐 수도 있음을 보여준다.

아래와 같이 12개국 중 전력사용량이 많은 4개 국가의 전력산업구조를 비교하였다. 프랑스의 경우는 원자력 발전의 비중을 지속적으로 늘린 것으로 보여, 신재생 부분을 증가시킨 다른 국가와는 차별성을 보였다. 그 외 다른 국가들은 화력발전비율은 감소하고, 신재생발전 비율을 증가시킨 것을 알 수 있었다.

표 17. 이산화탄소 배출국가 전력산업구조, 단위 %

구 분	년도	United Kingdom		France		Germany		Italy	
		비율	증가율	비율	증가율	비율	증가율	비율	증가율
화 력	1990	77.5		11.3		68.5		83.6	
	2000	74.6	▲7.6	9.3	▲23.9	63.8	▲10.9	81.1	▲13.6
	2011	71.6		8.6		61.0		72.1	
원자력	1990	20.7		75.3		28.0		0.0	
	2000	22.8	▲8.2	77.6	6.0	29.9	▲35	0.0	-
	2011	19.0		79.8		18.2		0.0	
신재생	1990	1.8		13.4		3.5		16.4	
	2000	2.7	4.3	13.1	▲12.7	6.3	494.3	18.9	70.1
	2011	9.5		11.7		20.8		27.9	

### 3) 우리나라 전력산업구조 변화율 및 경제성장률

우리나라의 전력산업구조는 화력발전의 비중이 압도적으로 높고, 원자력, 신재생 발전을 통해 전력을 생산, 공급하고 있었다. 우리나라 1990년 이후 평균 경제성장률은 5.2%로 OECD 평균(1.8%)이나 전 세계 평균

(2.7%)을 훨씬 상회하는 성장률을 보여 왔으며, 같은 기간 이산화탄소 배출량은 2.5배 증가한 것으로 나타났다. 우리나라의 전력산업 구조의 특징은 OECD 국가가 신재생 발전의 비중을 늘리는데 비해서 신재생 비중을 오히려 감소시켜 왔음을 보여 이 부분에 대한 보완이 추가되어야 할 것으로 보인다. 또한 이산화탄소 부분별 배출비율을 살펴보게 되면 전력 & 에너지 생산에서 절반이 넘는 수치는 보이고 있는데, 산업부분의 비중과 주거부분에서의 비중이 전부 전력 & 에너지 부분으로 넘어 갔음을 알 수 있다. 이는 앞에서 본 결과와 차이가 없으며 경제성장에 따른 생활수준의 향상으로 1차 에너지 소비에서 2차 에너지 소비로 급격하게 넘어 갔음을 알 수 있는 부분으로 왜곡된 전력에너지 사용에 대한 대책 마련이 시급함을 알 수 있다. 이웃 국가인 일본의 경우는 원자력 발전의 비중을 늘리던 추세였으나 2011년 3월 발생한 후쿠시마 사건 이후로 화력발전과 신재생을 이용한 전력 생산으로 비율을 변경한 것을 볼 수 있다.

표 18. OECD 국가 평균과 우리나라 전력산업구조 비교, 단위 %

구분	년도	Korea		Japan		OECD	
		비율	증가율	비율	증가율	비율	증가율
화력	1990	43.8	57.1	59.1	29.9	59.4	2.9
	2000	60.8		58.0		60.9	
	2011	68.8		76.8		61.1	
원자력	1990	50.2	▲40.1	27.3	▲62.3	23.0	▲15.2
	2000	37.8		31.8		23.3	
	2011	29.8		10.3		19.5	
신재생	1990	6.0	▲76.7	13.6	▲5.1	17.6	10.2
	2000	1.4		10.2		15.8	
	2011	1.4		12.9		19.4	

표 19. 이산화탄소 부분별 배출비율, 단위 %

연도	전력 & 에너지	산업	수송	주거	기타
1971	18.7	30.6	12.3	37.4	0.9
1980	28.0	24.6	11.6	32.6	3.2
1990	27.4	23.4	18.9	26.9	3.4
2000	41.2	24.3	17.8	13.6	3.2
2011	57.6	17.4	14.6	8.8	1.6

## 6. 다중회귀분석

본 논문의 목적은 기후변화협약 이후 OECD국가와 개발도상국의 전력 구조 비중 중 화력발전의 비중에 대한 요인을 파악하는 것이다. 이것은 개발도상국 보다는 궁극적으로는 기후변화협약으로 인해 OECD국가 그 중에서도 1차 의무대상국들 스스로가 이산화탄소 배출을 줄이기 위한 한 방법으로 이산화탄소 배출에 영향을 주고 있는 화력발전에 대한 비중을 줄였을 것이라는 점에 초점을 맞추고 있다. 종속변수는 국가 연도별 화력발전비중이며, 독립변수는 화석연료가격지수(Commodity Fuel Index) ( $x_1$ ), 인구증가율( $x_2$ ), 인당 GDP성장률( $x_3$ )이며, 교토의정서의 효과를 확인하기 위하여 1997년 이전은 0, 97년 이후는 1로 처리하는 더미변수를 활용하여 구성하였다.

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{p+1} d_1 + \beta_{p+2} d_2 + \beta_{p+3} d_3 + \beta_{p+4} d_4 + \beta_{p+5} d_5 + \epsilon$$

$y$  종속변수,  $\beta_0$  오차항,  $X_1$  화석연료가격지수,  $X_2$  인구증가율,  $X_3$  인당 GDP증가율,  $\epsilon$  오차항

$d_1$  교토의정서 채택 전후,  $d_2$  그룹 G1,  $d_3$  그룹 G2,  $d_4$  그룹 G3,  $d_5$  그룹 G4

### 6.1 기술 분석상의 변화

더미변수를 활용하여 1997년 이후 화력발전 비율 변화를 확인하기 전 그래프를 활용하여 각 그룹의 변화 상태를 확인하였다. 1997년을 1을 기준으로 하여 화력발전비중을 그룹별로 표시하였다. OECD 국가면서 교토의정서 의무대상국 그룹인 G1의 경우는 97년 기준으로 7% 화력발전 비중이 감소하였으며, OECD 국가이나 의무대상국이 아닌 G2의 경우는 14%가 증가하여 교토의정서 채택이 대상국가에게 어느 정도 영향을 미쳤다고 볼 수 있었다. G3, G4의 경우는 97년을 기준으로 모두 화력발전

비중에 변함이 없음을 알 수 있었는데, 90년을 기준으로 보게 되면 G3의 경우는 비중이 감소하였으며, G4의 경우는 비중이 증가하였음을 확인 할 수 있었다.

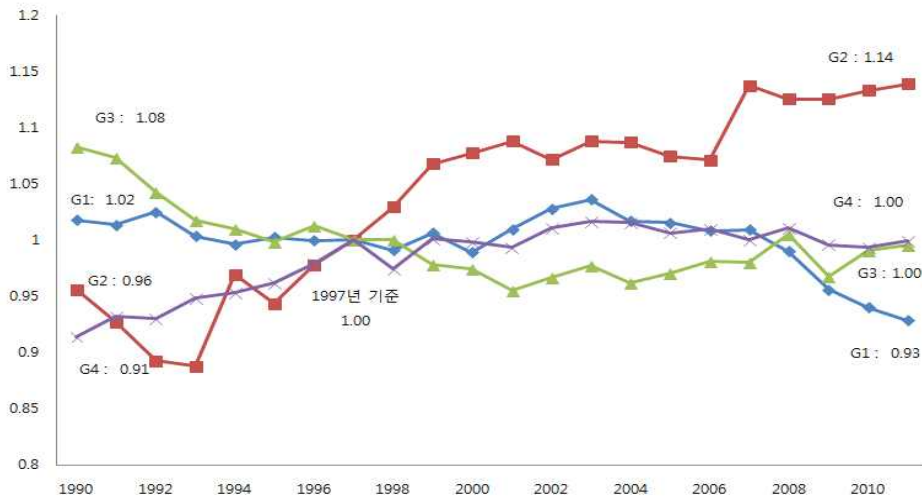


그림 15. 교토의정서 채택 전후 그룹별 화력발전비중

## 6.2 회귀모형 가정 검정

회귀모형 가정을 점검하기 위한 값을 살펴보기 위해 Durbin-Watson 값과 다중공선성을 확인하였다. Durbin-Watson의 통계량은 관측치에 대한 오차의 상관관계(독립성)을 알아보기 위해 실시하는 것으로 검정 결과는 0~4의 값을 취하게 된다. 제시된 값이 0이나 4에 가까우면 독립성의 가정에 문제가 있는 것으로 판단과 기준 값이 2에 근접하면 각 관측치에 대한 상관관계에 문제가 없는 것으로 해석한다(Dillon & Goldstein, 1984). 그룹에 대한 Durbin-Watson 값은 0.8~1.0으로 2에는 근접하지 않았으나 0으로 완전 치우치지도 않은 값을 보여 오차항에 대한 자기상관을 염려되었으나 독립성은 어느 정도 유지되었다고 판단하였다.

또 독립변수 간의 상관성이 지나치게 높을 경우 이를 독립변수간의 다중

공선성(multi-collinearity)이 높다고 하며, 이 경우에는 종속변수를 설명하는 개별변수의 변량을 해석하는 것이 모호해지고 회귀계수를 비교하는 것이 무의미해진다. 특정변수의 표준오차의 크기를 의미하는 공차는 변수가 다른 변수들과의 얼마나 상관을 갖는지를 밝혀주는데 보통 공차가 1에 접근하면 변수 간에 다중공선성이 없는 것으로 판단한다. 또 다른 방법으로는 공차에 역수를 취해서 계산하는 각 변수의 상승변량(Variance Inflation Factor;  $VIF=1/(1-R^2)$ )를 체크하는 방법이 있는데 VIF의 경우에도 그 값이 1에 접근할 때 다중공선성이 없는 것으로 판단하며, 만일 값이 10 이상이 되면 다중공선성이 있는 것으로 간주해야 한다(양병화, 2006: 64). 다중공선성의 판단 결과 그룹별 평균 2~7.5사이 값을 보이고 있어 모형에 다중공선성은 없는 것으로 판단되었다. 다만 대상국가나 독립변수별로 10 이상이 되는 값이 있었는데, 이에 대한 것은 회귀분석 결과에서 열거하도록 하겠다. 이상 회귀모형을 가정하기 위한 사항을 확인해 본 결과 연구과제는 통계기법으로 다중회귀모형을 활용할 수 있는 것으로 판단하였다.

### 6.3 회귀분석 결과

우선 4그룹에 해당하는 전체 국가를 모두 반영하여 회귀분석을 함께 시행하였다. 유의확률은  $P<.000$ 이었으며, 전체모형의 97.1%를 설명하는 것으로 나타나 회귀모형으로서 적합함을 확인할 수 있었다. 전체 그룹으로 확인한 결과로는 교토의정서 채택이 대상 국가 전체에 유의미함을 알 수 있었으며, 독립변수로는 화석연료의 가격과 인당 GDP 증가율이 영향을 미친 것으로 확인하였다. 독립변수간의 상관성을 보여주는 공선성 통계량은 평균 1.423이었으며, 대부분의 값이 1.3~1.5에서 형성되어 있었다. 이후의 회귀분석은 전체와의 차이점을 확인하기 위하여 4개의 그룹을 각각 분리하여 다중회귀분석을 시행하였으며, 그 결과는 아래와 같다.



### 1) G1 그룹 분석결과

G1 국가 그룹 회귀모형의 경우 유의확률은  $p < .000$ 이었으며, 전체 모형의 97.8%를 설명하는 것으로 나타나 적합함을 알 수 있었다. G1 국가 그룹의 경우 교토의정서 채택 전후 유의확률을 살펴본 결과 0.161값을 보여 유의하지 않은 것으로 나왔으며 나머지 독립변수는 G1 그룹 국가에 영향을 미친 것으로 나타났다. 독립변수 간의 상관성을 보여주는 공선성 통계량 값은 1.096~3.090값을 보여 다중공선성에는 문제가 없음을 보였다.

표 20. G1그룹 회귀분석 결과

모형	비표준화 계수		표준화 계수	유의 확률	공선성 통계량
	B	표준오차	베타		VIF
(상수)	70.241	1.156	-	.000	-
$X_1$	-.020	.004	-.034	.000	1.329
$X_2$	1.526	.601	.028	.011	3.090
$X_3$	.085	.020	.029	.000	1.096
$d_1$	.734	.522	.010	.161	1.284

$X_1$  화석연료가격지수,  $X_2$  인구증가율,  $X_3$  인당 GDP증가율

$d_1$  교토의정서 채택 전후

### 2) G2 그룹 분석결과

G2 회귀모형의 경우 유의확률은 0.000이었으며, 모형의 92%를 설명하는 것으로 나타났다. G2의 경우는 교토의정서 채택이 대상국가에 영향을 준 것으로 나왔으며, 그 외에 독립변수들은 해당그룹에 영향을 미치지

못한 것으로 나타났다. 특히 대한민국과 멕시코의 경우는 유의확률에는 적합하나 18.300 및 10.115값을 보여 공선성 통계량에 문제가 있는 것으로 나타났다.

이 연구의 대상인 OECD국가 그룹인 G1, G2 그룹의 경우는 처음 분석한 기술통계 값에서 본 것과는 반대의 결과를 다중회귀분석을 통해 확인 할 수 있었다. G1의 경우 교토의정서 이후 꾸준히 화력발전 비중을 감소시킨 것으로 확인되었으나 다중회귀 결과 교토의정서의 채택 원인이 아닌 독립변수의 영향임을 확인할 수 있었다. G2의 경우는 의무대상국이 아니었기 때문에 화력발전의 비중을 지속적으로 증가시킨 국가들의 그룹이다. 그러나 기후변화협약의 영향을 어느 정도 받은 것으로 확인되었고, 자국의 성장에 더 무게를 두어 필요한 활동과 전력생산을 해왔다고 판단된다.

표 21. G2그룹 회귀분석 결과

모형	비표준화 계수		표준화 계수	유의확률	공선성 통계량
	B	표준오차	베타		VIF
(상수)	91.308	8.872		.000	
$X_1$	.034	.022	.091	.118	3.706
$X_2$	.374	3.162	.011	.906	10.110
$X_3$	3.343E-12	.000	.054	.565	9.861
$d_1$	7.264	2.072	.160	.001	2.350

$X_1$  화석연료가격지수,  $X_2$  인구증가율,  $X_3$  인당 GDP증가율

$d_1$  교토의정서 채택 전후

### 3) G3 그룹 분석결과

G3의 경우는 다른 그룹과는 조금 다른 결과를 보인 그룹이다. 유의확률은 0.031로 모형의 적합성은 보였으나, 다른 그룹에 비해 상대적으로 낮은 설명력(15.1%)을 보여주었다. G3의 경우는 부속국가였으나, 교토의 정서 채택과는 상관없는 것으로 회귀분석결과 확인되었으며, 독립변수 중에서는 일인당 GDP만이 유의한 것으로 확인되었다.

표 22. G3그룹 회귀분석 결과

모형	비표준화 계수		표준화 계수	유의확률	공선성 통계량
	B	표준오차	베타		VIF
(상수)	19.020	17.259		.273	
$X_1$	.061	.079	.105	.439	1.976
$X_2$	24.972	8.999	.639	.007	5.748
$X_3$	2.879	.818	.479	.001	2.008
$d_1$	-1.250	7.971	-.018	.876	1.408

$X_1$  화석연료가격지수,  $X_2$  인구증가율,  $X_3$  인당 GDP증가율

$d_1$  교토의정서 채택 전후

### 4) G4 그룹 분석결과

G4 역시 유의확률 0.000으로 회귀모형에 적합함을 보였고, 모형 설명력이 99.7%로 타 그룹에 비해 가장 높았다. 대상국가 역시 모형에 적합성은 보였으나 교토의정서와는 무관한 그룹이었고, 독립변수 중에는 G3와 마찬가지로 일인당 GDP 증가율만이 변수로서 유의함을 보여주었다.

표 23. G4그룹 회귀분석 결과

모형	비표준화 계수		표준화 계수	유의확률	공선성 통계량
	B	표준오차	베타		VIF
(상수)	66.024	.516		.000	
$X_1$	.002	.004	.004	.623	1.755
$X_2$	-.903	.748	-.023	.230	12.074
$X_3$	-.116	.058	-.019	.048	3.058
$d_1$	.922	.486	.013	.061	1.595

$X_1$  화석연료가격지수,  $X_2$  인구증가율,  $X_3$  인당 GDP증가율,

$d_1$  교토의정서 채택 전후

## 제 2 절 데이터 분석결과 해석

앞 절에서 기술 분석한 값과 회귀분석에 대한 데이터를 정리하고 그것을 바탕으로 가설을 검정하였다.

### 1. 연구문제 1 검증

먼저 ‘기후변화협약이 OECD국가 화력발전 전력생산 비중에 영향을 미치는가?’에 대한 검증이다. 앞에 기술 분석결과 모든 국가의 전력생산량은 시간이 지남에 따라 지속적으로 상승하였음을 앞에서 보았다. 1990년 이후 전력생산 비중에서 화력발전의 비중을 감소시킨 국가가 포함된 연구그룹은 OECD국가 중에서는 부속서 I 국가에 포함된 10개 국가였으며, OECD가 아닌 국가 역시 부속서 I 국가임을 확인하였다. 이런 수치를 가지고 본 의미로는 기후변화협약의 채택, 발효, 그중에서도 구체적인 감축 수치를 준 교토의정서의 채택이 대상 국가들에게 유의미하게 느껴졌다.

하지만 다중회귀분석 결과로는 정반대의 결과가 나왔는데, 기술 분석에서 가장 화력발전을 통한 전력생산 비율 감소에 적극적이었던 부속서 I 국가 그룹의 경우 교토의정서 채택이 유의미하게 나오지 않았으며, 화력발전 비율을 늘린 비부속서국가가 오히려 교토의정서 채택에 영향을 받은 것으로 나왔다.

표 24. 그룹별 교토의정서 채택 결과 다중회귀분석 결과

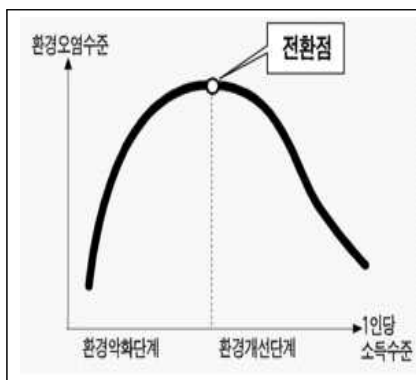
교토의정서채택	G1	G2	G3	G4
유의확률	0.161	0.001	0.876	0.061

이것은 교토의정서 부속서 I 국가들이 교토의정서와는 무관하게 1990년 이후 혹은 이전부터 기후변화협약을 거치는 과정까지 이미 기후변화에 대한 심각성을 깨달았고 강제성 이전에 이미 자국의 전력생산구조를 변경 했다는 것을 의미하고 있기도 하다. 비부속서 그룹 국가의 경우는 기후변화협약과 교토의정서에 대한 인지는 하고 있었으나, 개발도상국으로 대부분 포함되어 있었기 때문에 생각과는 반대로 움직인 경우로 볼 수 있을 것이다. 따라서 이 연구에서 연구문제 1 에 대한 검증은 확인할 수 없는 것으로 확인되었다.

## 2. 연구문제 2 검증

다음은 ‘OECD국가 화력발전 전력생산 비중에 미치는 요인은 무엇인가?’에 대한 검증이다. 회귀분석 결과는 아래와 같으며 OECD국가 중 부속서 I G1 그룹은 독립변수인 화석연료가격지수, 인구증가율, 인당 GDP 증가율이 모두 영향을 미쳤으며, OECD국가 중 비부속서 국가는 연료가격지수만이 유의수준 10%로 보았을 때 어느 정도 의미가 있었으며, 나머지 독립변수는 영향력을 설명하지 못하는 것으로 나왔다. 비 OECD국가의 경우는 인구증가율과 인당 GDP 증가율이 유의한 값을 보였다. 환경쿠즈네츠곡선<sup>12)</sup> 가설을 대입해 유의미한 그룹을 찾아보면 1990년 이

### 12) 환경쿠즈네츠 곡선



쿠즈네츠 곡선은 소득불평등에 관한 이론으로 경제 성장 초기에는 소득격차가 늘다가 어느 정도 수준을 넘어서면 경제가 성장할수록 오히려 소득격차가 줄어든다는 내용이다. 그것을 그래프로 그리면 U자를 뒤집은 모양으로 환경오염과 경제성장의 관계가 비슷한 모양이라고 해서 환경 쿠즈네츠 곡선이라고 부르게 되었다(한국경제, 2006).

후 이산화탄소 비중을 감소시킨 부속서 I 그룹인 G1, G3 만이 그 가설을 만족시켰다고 볼 수 있다.

표 25. 그룹별 독립변수 회귀분석 결과

모형		비표준화 계수		유의확률	공선성 통계량
		B	표준오차		
G1	$X_1$	-.020	.004	.000	1.329
	$X_2$	1.526	.601	.011	3.090
	$X_3$	.085	.020	.000	1.096
G2	$X_1$	.034	.022	.118	3.706
	$X_2$	.374	3.162	.906	10.110
	$X_3$	3.343E-12	.000	.565	9.861
G3	$X_1$	.061	.079	.439	1.976
	$X_2$	24.972	8.999	.007	5.748
	$X_3$	2.879	.818	.001	2.008
G4	$X_1$	.002	.004	.623	1.755
	$X_2$	-.903	.748	.230	12.074
	$X_3$	-.116	.058	.048	3.058

$X_1$  화석연료가격지수,  $X_2$  인구증가율,  $X_3$  인당 GDP증가율

## 제 5 장 결론

결론에서는 각국의 추진하고 있는 기후변화와 관련한 정책을 비교하고, 현 우리나라의 전력산업현황에 대해 알아보고 기후변화협약에 대해 어떤 입장을 취하고 있는지 확인한다. 그리고 앞에 분석을 종합하고 시사점을 제시하고자 한다.

### 제 1 절 주요국 에너지 정책

2012년 카타르 도하에서 개최한 COP 18 결과 부속서 I 국가들은 교토의정서를 2020년까지 연장해 1990년 대비 평균 18%를 감축시켜야 하는 목표를 새롭게 가지게 되었다. 하지만 캐나다의 교토의정서 탈퇴, 러시아·뉴질랜드·일본이 교토의정서 제2차 공약기간 불참을 선언하는 등 기후변화 협상에 대한 전체적인 흐름은 그리 좋지는 않은 편이다.

그러나 EU를 주축으로 하여 세계 주요국은 기후변화협약과 세계 에너지시장 및 연관 산업의 재편에 대응하여 에너지공급 능력을 강화하는 한편, 에너지 수요관리 강화, 친환경·저탄소 에너지확대, 국내외 에너지원의 개발 및 도입 등의 정책목표를 위해 자국의 에너지여건을 고려하여 에너지 믹스와 세부전략을 추진하고 있다. 우선 화석연료 비중이 전반적 감소하고, 원자력과 신재생에너지의 비중이 확대되고 있으며, 재생에너지 의무비율할당제, 에너지효율향상의무화제도, 배출권거래제 등을 추진하고 있다.

#### 1. 미국

부시정부 때 자국의 산업보호와 교토의정서 비준 거부로 비난을 받았



던 미국은 오바마 정부 출범 이후 국내·외적으로 온실가스 감축안을 발표하고 이전과는 대조적인 모습을 보이고 있다. 2012년 제18차 당사국총회에서는 미국은 교토의정서에 가입하지 않아 온실가스 감축 의무가 없으나, 자발적으로 온실가스를 2020년까지 '08년 배출량 대비 28% 감축하겠다는 의사를 밝혔다. 또, 2013년 6월 25일 오바마 대통령은 '기후변화 대응 비전'을 발표하였다. 온실가스의 주요 배출원인 신규 및 기존 화력발전소의 이산화탄소 배출 규제기준 마련 등 기후변화 대응 핵심 아젠다 제시하였으며, 2020년까지 공공부지에서 생산되는 풍력·태양광 등 신재생에너지를 현재의 두 배로 확대하고, 건축물에 대한 에너지 효율기준 및 승용차의 연비기준 강화 등 에너지 효율의 획기적인 개선을 추진하겠다고 밝혔다. 2020년 이후 모든 국가에 적용되는 新기후체제는 야심차고 포괄적이며 유연한 체제로 발족되도록 기후협상 적극 주도할 것이며, 화석연료 보조금 금지 요청, 청정에너지 및 천연가스 기술 보급 등 기후변화 대응 국제적 협력 강화할 것임을 강조했다.

## 2. EU

EU는 2020년까지 온실가스를 1990년 대비 20%를 감축하고, 에너지 효율을 20%개선, 신재생에너지 20% 확대를 목표로 하는 “20-20-20 계획”에 따라 배출권거래제, 차량 온실가스 규제 강화, 탄소세 부과 등을 추진하고 있다. 특히 EU가 세계 최초로 시행한 배출권거래제(EU ETS<sup>13)</sup>)를 통하여 2020년까지 2005년 대비 21% 감축목표를 달성하고, 배출권거래제 거래대상 이외 부문에서 10%의 감축목표를 설정하고 있다.

온실가스감축은 에너지고효율 및 공급기술의 다변화, 재생에너지의 사

---

13) EU가 역내 국가들이 탄소배출권을 거래할수 있도록 2005년 1월 1일부터 가동한 세계최대 배출권거래 메커니즘으로 현재(2009) EU ETS Phase(2008~2012)가 운영중이며, 거래되는 배출권을 EUA(EU Allowances)라고 함(박형건, 2009).

용비중 확대, CCS(탄소포집저장) 기술도입을 통한 탄소배출 감축 등의 수단을 활용하고 있으며, 전략적 기술개발정책(SET-Plan, 2007년)에 따라 핵심 산업화 분야를 선정하고 기술개발 및 산업화에 집중 지원을 하고 있다.

### 3. 일본

후쿠시마 원자력 사고 이후 일본의 에너지정책 방향은 철저한 원자력 위험의 관리, 에너지 안전보장과 온난화대책의 양립 도모, 새로운 에너지 시스템 구축을 통한 에너지믹스 및 온난화 대책 실현 등에 중점을 두고 있다. 또한 2030년까지 원전발전 비중을 50%로 한다는 기본 에너지기본 계획을 백지화하고 기본방침을 책정하였다.

기본방침의 내용으로는 에너지 절약 및 절전대책의 강화, 신재생에너지 개발 및 활용의 가속화, 화석연료의 효율적 활용, 원전의존도의 감소 등이 포함되어 있다. 그리고 최대 전력수요 억제 및 분산형 차세대 시스템을 위해 ‘비용 등 검증위원회’에서 발전비용의 객관적인 데이터의 검증을 실시하였다.

한편, 에너지안보 측면에서는 공격적인 자주개발 목표를 설정하고 국제 경쟁력을 가진 핵심기업의 육성과 민간의 투자활성화를 추진하고 있다. 2004년 이후 정채되어 있는 석유가스의 자주개발률을 2030년 40% 이상으로 설정하고, Inpex사를 일일 생산량 70만 배럴의 지역 메이저 기업으로 육성하는 것을 추진할 계획이다.

온실가스 감축에서는 2020년까지 1990년 대비 온실가스 6% 감축을 목표로 지구온난화대책세의 세 단계 실시(2011년부터)와 2012년 7월부터 재생에너지 전량 고정가격매입제도를 도입하여 시행하고 있으며, 2012년 10월부터 탄소세를 시행하는 등 다양한 노력을 강화하고 있다. 특히 2003년에 도입된 신재생 에너지 공급할당 의무화제도(RPS)에서 시행하고 있는 재생에너지 고정가격매입제도는 재생에너지의 보급 활성화와 태

양광을 중심으로 하는 신재생에너지 산업의 재도약이 기대되고 있다.

#### 4. 중국

중국은 에너지안보 측면에서 막대한 보유고를 활용한 공격적인 투자를 통해 전 세계 각지에서 자국의 자원개발 영역을 확대해나가고 있다. Sinopec, CNPC 등 공기업 중심으로 자산을 인수하고, M&A를 적극적으로 추진하고, 정상급 외교, 자원부국과의 다자간 협력채널을 구축하는 등 전방위적 자원외교를 통하여 자국의 영향력 확대를 도모하고 있다. 특히 자원부국의 차관, ODA, 부채 탕감 등 경제적 지원을 대가로 장기구매권을 확보하고 있다. 2009년~2010년 동안 770억 달러의 자금을 장기 저리로 지원하고, 그 대가로 12건을 계약하는 등의 성과를 올렸다.

에너지 효율측면에서는 2010년 10월 중국의 12차 5개년 계획으로 에너지 절약 및 친환경사회 구축을 위한 경제성장 모델로 전환하였다. 그 내용을 살펴보면, 에너지절약 및 오염원 배출감축에 대한 법률 및 기준을 개선하고 환경보호에 대한 심사를 강화하는 것으로 되어 있다. 또한 2013년 에너지절약 크레딧 거래제를 7개 지역에 시범적으로 시행하고, 2015년 전국단위에 도입할 예정이며, 2010년 8.3%인 비 화석연료의 비중을 2015년 11.4%로 확대하여 온실가스 감축을 추진할 예정이다. 특히 에너지오염원의 배출이 많은 산업은 퇴출하고, 관련법규를 마련하는 한편, 정책지원과 환경보호지표를 지방별로 업무실정의 평가기준으로 채택하는 것으로 되어 있다.

이와 함께 신재생에너지 분야에서 풍력발전을 체계적으로 육성하고 태양광발전은 보조금 정책을 완비하는 한편, 분산형 태양광발전의 보급을 지원할 계획이다. 2015년까지 풍력발전의 설비용량은 1억kW, 연간 발전량은 1,900억kW로 확대하며, 태양열발전의 설비용량은 1,500만kW, 연간 발전량은 200억kWh로 육성할 계획이다. 그리고 이러한 부문별 정책을 바탕으로 친환경적이며 다원화된 전력구조를 추진할 계획인데, 화력발전

의 비중을 2010년 70.1%에서 2015년 65.3%로 축소할 예정이다. 이 밖에도 최근 이슈가 되고 있는 셰일가스의 생산 확대를 위해 2012년 3월 5개년 계획을 수립하였으며, 관련기술 확보를 위한 해외 기업인수와 자산매입을 추진하고 있다.

표 26. 주요 국가 온실가스 감축목표 설정 현황

국 가 명	기준년도 및 방식	2020년 감축목표	비 고
미 국	2005	17% 범위 내	교토의정서 미가입
EU 27개국	1990	20% 또는 30%	
일 본	1990	25%	탈퇴
러시아	1990	15~25%	탈퇴
중 국	GDP당 배출	2005년 대비 40~45%	자발적
인 도	GDP당 배출	2005년 대비 20~25%	법적 구속력 無
브라질	BAU 대비	36.1~38.9%	
남아공	BAU 대비	34%	2025년 42%
인도네시아	예상배출량 대비	2020년까지 26% 감축	
멕시코	BAU 대비	2012년까지 5100만톤 감축	선진국 지원 시 30%

출처 : 코펜하겐 합의문 Appendix 1. 참고 재구성

## 제 2 절 우리나라 기후변화협약 대책 및 전력산업 현황

우리나라는 지난 2009년에 이명박 대통령이 2020년까지 BAU<sup>14)</sup>대비 30% 감축이라는 적극적인 온실가스 감축목표를 국제사회에 공언하였다. 따라서 향후 경제적 부담은 최소화 할 수 있는 방안의 모색과 이에 맞는 행동이 필요한 시점이다. BAU대로 하면 우리나라 2020년 온실가스 전망치는 2014년 1월 기준으로 7억7,600만톤CO<sub>2</sub>e이며, 이중 30%인 2억 3300만톤CO<sub>2</sub>e 을 감축 목표로 설정하고 있다.



그림 16. 부문별 감축률 및 감축량, 환경부

감축부분에 있어 전력분야가 해당하는 부분은 26.7%를 감축해야 하는 전환부분이며 포함된 내용은 전력수요 감소에 따른 화석연료 비중을 감소시키기 위해 에너지원의 믹스와 태양광, 풍력 등 신재생 에너지의 확대를 추진하며, 장기적으로 Smart Grid 및 CO<sub>2</sub> 포집·전환기술(CCS) 활용하는 것을 주요 골자로 하고 있다. 그 외 부분에 대한 감축 계획 역시

14) 배출전망치(BAU : Business As Usual) : 현재까지의 온실가스 감축 정책 추세가 미래에도 지속된다는 가정 하에서 전망한 온실가스 배출량을 말한다.

신기술에 의한 감축노력, 효율의 개선, 기존 화석연료 사용을 탄소배출이 적은 LNG, 청정연료로 전환하는 것을 주요 계획으로 삼고 있다.

2013년 지식경제부(현 산업자원통상부)는 2013년부터 2027년까지의 제 6차 전력수급계획을 발표하였다. 주요 골자는 ①발전설비용량 확대 ②기저발전 비중 확대 ③원전 정책 지속이다. 2027년을 기준으로 예비율의 22% 확보를 목표로 하고 있으며, 그에 따라 5차 기본계획 대비 약 30GW의 발전설비용량을 확충 할 것으로 계획되어 있다. 이중 화력발전의 용량은 16GW로 50%의 비중을 넘어서있다. 원전과 기타 비중이 나머지 부분을 차지하고 있지만 일본 후쿠시마 원전사태 이후 원자력에 대한 불신이 높아지고 있어 원자력 발전부분에 대한 확대가 쉽지는 않을 전망이다.

이는 위에서 본 기후변화협약에 대비한 정책과 상반되는 형태를 보이고 있어, 국가 감축목표를 고려하여 발전 비중에 대한 신중한 검토가 필요 할 것으로 보인다.

### 제 3 절 결론 및 시사점

이 논문의 연구문제는 강제성이 없는 1992년 기후변화협약의 체결 이후 강제성이 있는 교토의정서 채택이 OECD국가 화력발전에 의한 전력 생산구조에 영향을 미쳤는지에 대한 결과를 확인하고자 하였다. 하지만 먼저 해결해야 할 문제로 기후변화협약이 과연 회원국가 간의 약속으로 인지가 되고 있는지에 대한 것이 의문이었다. 이에 대한 의문을 해소하기 위해 ‘글로벌 환경거버넌스’와 ‘국제환경레짐’에 대한 연구를 살펴보았고, 관련 선행연구를 통해 교토의정서가 ‘기후변화레짐’으로서의 역할을 한다(김영신, 2010)는 것을 확인, 연구를 진행하였다.

본 연구에서 실제적인 자료를 가지고 수치를 분석한 결과, OECD 국가 중 이산화탄소 감축의무 대상국들은 교토의정서라는 일시적인 정책을 기점으로 자국의 화력발전비중을 낮춘 것이 아니고, 기후변화협약이 협의되는 과정에서부터 고민을 하기 시작하여 꾸준한 정책이나 국가 상호간 연대를 통해 이산화탄소 배출 감소를 준비했다고 볼 수 있었다. 또한, OECD 국가 중 우리나라를 포함한 감축의무 대상국이 아닌 국가의 경우는 기후변화협약을 인지하고 있음에도 경제성장 및 기타요인을 위해 화력 발전과 원자력 발전을 통해 꾸준히 전력생산을 늘려왔기 때문에 실제적인 이산화탄소 저감은 하지 못한 것으로 확인 되었다.

그러나 당사국총회 결과를 보면 감축의무 대상국에 포함되지 않은 회원국 또한 기후변화와 관련된 내부 정책을 가지고 있음을 알 수 있었는데, 특정년도를 기준으로 한 국가, BAU를 기준으로 한 국가, 또 예상 배출량을 고려하는 등 구체적인 감축 목표를 가지고 있는 것을 확인 할 수 있었다.

우리나라의 경우를 살펴보면 2013년 지식경제부는 제6차 전력수급기본계획을 발표하였는데, 전력사용의 증가원인으로 에너지 다소비 산업구조를 들었고, 핵가족의 증가 등의 생활환경을 주요 원인으로 꼽았다. 전원구성 계획으로는 향후 2027년까지 정격용량 기준으로 유연탄(28.2%), 원

전(22.7%), 신재생(20.2%) 순으로 변경할 계획을 가지고 있으며, 피크기여도 반영 기준으로 유연탄(34.1%), 원전(27.4%), LNG(24.3%) 순으로 설정하였다. 그리고 최종적으로는 무연탄 및 석유 발전설비는 단계적으로 폐지를 계획하고 있음을 보였다. 또한 2010년 기획재정부가 기후변화협약에 대비한 계획을 보면 기후변화 가속화에 따른 경제전반에 걸친 포괄적인 대응정책 수립 추진 중임을 알 수 있다. 주요 내용으로는 재난 대비역량 강화 및 국토 공간구조 재편, 식량수급여건 변화에 대응한 농업 생산구조 혁신 추진하고, 글로벌 기준에 입각한 온실가스 감축체제를 구축하고 국내 산업의 연착륙 대책 마련 계획을 볼 수 있어 세계적 흐름에 따르고 있으며 기후변화협약에 대한 적극적인 의지가 있음을 알 수가 있다. 다만 의무대상국이 아니기 때문에 우리나라의 정책의 속도가 늦어졌음을 어느 정도 파악할 수 있었다.

우리나라는 국제적으로 현재와 같이 개도국의 지위를 가능한 오래 유지하는 한편 선진국과 개도국의 가교역할을 수행하고 국내적으로는 온실가스 감축정책을 지속적으로 펴나가는 전략을 구사 할 것으로 보인다. 국제적으로 감축의무가 부여될 경우 제조업의 비중이 매우 높은 산업구조를 감안할 때 부담으로 작용할 가능성이 있어 개도국의 지위를 유지하면서 협상을 하는 것이 충격을 최소화 하고 대책 마련에 대한 시간을 벌어 줄 것이다.

논문이 가지는 의의는 교토의정서의 채택이 강제성이 있는 국제 환경레짐으로서 OECD 국가에 큰 역할을 하지 못했다는 것을 확인 했으며, 기존 국가별 경제성장이 환경오염 감소에 영향을 미친다는 환경쿠즈네츠곡선 가설을 확인한 것에 있을 것이다. OECD 국가의 화력발전 비중에 미치는 영향이 화석연료가격과 인구, 인당 GDP 외에 사회적인 부분이나 기술적인 부분이 반영되어 있음을 확인한 연구가 다소 많지 않아 선행연구에서 충분한 근거 확보에 다소 미흡했던 점이 아쉬우며, 향후 해당 부분에 대해 과학적이고 폭 넓은 연구가 이루어져 많은 논리와 근거 제시로 우리나라뿐만 아니라 국제적인 공감대를 얻을 수 있기를 기대한다.



## 참 고 문 헌

### <단행본>

강승진, 『기후변화협약 협상동향과 대응정책』 대한설비공학회 강연회  
및 기타간행물 (2001): 41-50.

기획재정부(2012), 국가 중장기 발전전략 종합보고서 : 중장기 기후변화,  
에너지정책방향

박동호, 『주요 이산화탄소 배출국의 최근 동향』 해양국토 21 4 (2009):  
131-148.

박형진. "주요국의 기후변화대응 정책 및 시사점." 『ENERGY FOCUS』  
제6권 제4호 통권 34호 (2009): 9.

양병화(2006), 『다변량 데이터 분석법의 이해』 커뮤니케이션북스

이신화(2007), 『글로벌 환경거버넌스의 이론과 실제』 한양대학교 출판부

지식경제부(2013), 제6차 전력수급기본계획

환경부(2013), 제19차 유엔기후변화협약 당사국총회 결과

David L. Levy and Peter J. Newell(2004), *Introduction : The Business  
of Global Environmental Governance* ;in David L. Levy and  
Peter J. Nwell(eds.) *The Business of Global Environmental  
Governance* , Cambridge, MA ,the MIT Press

Shafik, Nemat. "*Economic development and environmental quality: an  
econometric analysis.*" *Oxford economic papers* (1994):  
757-773.

Sutherland, Ronald J. *Achieving the Kyoto Protocol: an analysis of  
policy options.* American Petroleum Institute, Policy Analysis  
and Strategic Planning Department, 1998.

Zhou, Peng, and B. W. Ang. "*Linear programming models for  
measuring economy-wide energy efficiency performance.*"  
*Energy Policy* 36.8 (2008): 2911-2916.

### <신문, Website>

World Bank DATA : <http://data.worldbank.org/>

한국경제(2006), 태화강 수영대회와 환경쿠즈네츠 곡선, 2006.7.09(2014. 5.12 검색)),

<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=101&oid=015&aid=0000907026>

한겨레(2013), 목청높인 '네 탓' 공방에 기후변화 대응 먹구름,

(2013.11.27(2014. 5. 19 검색)) <http://ecotopia.hani.co.kr/177507>

### <논문>

김지현, and 최충익. "환경적 측면에서 평가한 경제발전유형의 국제비교 분석." 환경정책 14.1 (2006): 147-167.

김영신. "기후변화레짐의 효과에 관한 실증 연구 : 교토의정서의 온실가스 감축효과를 중심으로." 서울산업대학교 IT정책전문대학원, (2010)

박추환. "패널분석을 이용한 6 대 권역별 대기오염물질에 대한 환경규제와 경제성장 간의 상호관계분석: EKC (환경쿠즈네츠곡선) 가설을 중심으로." 환경정책연구 12.2 (2013): 59-86.

손효중, "국제기후변화 레짐에 대한 비교연구 : 교토의정서와 아·태 신기후협약을 중심으로."

안형기, "동북아 지역환경협력레짐의 구축 : 황사문제를 중심으로," 『한국 비교정부학보』 제15권 제2호 (2011) : p.109.

유병철. "OECD 국가들의 경제성장과 이산화탄소 배출: 패널공적분에 의한 분석." 국제경제연구 7.3 (2001): 125-143.

이광훈, and 이춘화. "수도권 지역 이산화탄소 배출에 대한 환경 쿠즈네츠 곡선 탐색 및 정책적 함의." 서울도시연구 10.3 (2009): 83-95.

이명현, 강상목, and 정영근. "국내 화력발전산업에 대한 연료와 자본의 대체성 분석." 에너지경제연구 10.1 (2011): 1-24.

정군오, and 정영근. "경제성장과 이산화탄소 배출에 관한 다국가 비교

- 분석." 산업경제연구 17.4 (2004): 1077-1098.
- 정용훈, 김수이. "한국의 이산화탄소 배출, 경제성장 및 에너지믹스와의 관계 분석." 자원·환경경제연구 21.2 (2012): 271-299.
- 조용성. "기후변화 레짐과 거버넌스: 기후변화협약과 교토의정서." (2008): 101-132.
- 차경은. "법적 측면에서 본 글로벌 환경거버넌스-기후변화협약체제를 중심으로." 법학연구 22.2 (2012): 275-306.
- Brock, William A., and M. Scott Taylor. "Economic growth and the environment: a review of theory and empirics." Handbook of economic growth 1 (2005): 1749-1821.
- Cropper, Maureen, and Charles Griffiths. "The interaction of population growth and environmental quality." American Economic Review 84.2 (1994): 250-4.
- Grossman, Gene M., and Alan B. Krueger. "Economic growth and the environment." The quarterly journal of economics 110.2 (1995): 353-377.
- Holtz-Eakin, Douglas, and Thomas M. Selden. "Stoking the fires? CO<sub>2</sub> emissions and economic growth." Journal of public economics 57.1 (1995): 85-101.
- Marrero, Gustavo A. "Greenhouse gases emissions, growth and the energy mix in Europe." Energy Economics 32.6 (2010): 1356-1363.
- Selden, Thomas M., and Daqing Song. "Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions?." Journal of Environmental Economics and management 27.2 (1994): 147-162.
- Sutherland, R. J ., "Achieving the Kyoto Protocol: An Analysis of Policy Options," The American Petroleum Institute, Washington DC, Discussion Paper #103, 1998.

## 부 록

부록 1. 그룹 연도별 CO<sub>2</sub> emissions 평균, kt

Year	G1	G2	G3	G4
1990	390,755	154,978	0	877,443
1991	417,734	160,587	0	930,363
1992	369,756	168,134	2,139,720	975,725
1993	370,747	178,408	1,963,939	1,035,583
1994	374,380	186,975	1,722,555	1,096,685
1995	378,347	194,295	1,662,526	1,180,905
1996	388,822	207,130	1,631,907	1,250,847
1997	391,090	221,298	1,559,238	1,273,164
1998	393,128	211,867	1,526,744	1,229,689
1999	393,085	220,300	1,538,835	1,256,152
2000	401,507	233,322	1,558,112	1,295,811
2001	399,359	231,608	1,558,013	1,330,938
2002	400,739	236,213	1,557,665	1,390,009
2003	406,861	242,111	1,604,973	1,611,376
2004	411,888	248,335	1,602,963	1,828,038
2005	412,390	251,462	1,615,688	1,972,611
2006	409,108	260,909	1,669,618	2,152,904
2007	411,543	274,784	1,667,598	2,285,492
2008	401,620	281,387	1,715,639	2,411,699
2009	375,825	273,551	1,574,368	2,623,682
2010	384,118	290,432	1,740,776	2,787,365
평균	-1.7%	87.4%	-18.6%	217.7%

부록 2. 그룹 연도별 화력발전 전력생산량 평균, 단위 GWh

Year	G1	G2	G3	G4
1990	147,177	38,822	791,722	185,485
1991	149,419	42,749	774,878	207,643
1992	150,305	45,855	709,094	230,208
1993	151,928	49,413	655,167	253,283
1994	156,246	59,636	597,297	274,414
1995	159,112	61,486	579,487	300,242
1996	163,112	68,007	578,793	326,909
1997	167,302	76,053	562,341	346,986
1998	174,336	77,318	559,329	357,162
1999	177,632	82,540	559,551	390,237
2000	185,873	97,525	577,583	422,388
2001	183,165	104,200	574,662	446,634
2002	189,165	108,160	581,475	493,703
2003	193,786	111,649	605,219	562,149
2004	196,043	119,451	606,249	625,296
2005	201,336	125,017	625,041	691,812
2006	201,001	130,872	659,977	783,755
2007	207,209	145,846	673,061	884,301
2008	204,361	148,927	707,089	918,461
2009	190,196	150,984	648,689	981,636
2010	198,301	161,731	695,427	1,078,722
2011	195,583	173,162	710,206	1,215,875
증가율	32.9%	346.0%	-10.3%	555.5%

부록 3. 그룹 연도별 GDP 평균, 단위 constant 2005 US\$

Year	G1	G2	G3	G4
1990	846,840,797,524	266,840,257,126	843,046,963,221	406,130,790,180
1991	855,523,776,414	280,986,282,846	800,498,893,435	424,759,275,977
1992	872,066,424,932	295,111,455,311	684,177,808,676	452,231,047,918
1993	851,958,132,701	311,578,305,630	624,869,579,320	489,841,677,556
1994	878,278,711,739	324,539,033,890	546,324,998,014	532,812,282,333
1995	901,350,555,037	333,459,858,627	523,687,866,529	575,349,670,849
1996	926,422,437,845	355,416,252,637	504,835,103,334	615,182,353,661
1997	957,669,694,952	377,095,353,450	511,902,794,780	652,813,491,352
1998	984,519,228,799	378,504,713,857	484,771,946,657	674,513,059,556
1999	1,017,055,481,310	391,345,654,207	515,797,351,243	710,281,901,710
2000	1,055,507,472,714	417,852,827,851	567,377,086,367	753,903,104,403
2001	1,069,844,267,147	418,490,412,058	596,267,838,137	795,169,580,831
2002	1,085,005,876,348	433,594,202,319	624,552,816,079	843,909,559,581
2003	1,106,848,485,851	445,386,201,751	670,119,279,758	903,883,785,450
2004	1,140,750,918,762	469,671,264,661	718,206,698,804	979,192,389,404
2005	1,169,899,866,746	491,284,216,135	764,000,901,161	1,064,792,979,249
2006	1,202,809,154,640	517,992,954,351	826,293,194,909	1,168,424,883,323
2007	1,232,652,017,578	540,939,692,689	896,817,981,857	1,299,814,032,237
2008	1,232,462,646,987	550,831,173,261	943,882,572,813	1,396,658,603,589
2009	1,186,721,287,690	537,309,337,232	870,062,602,005	1,495,018,295,491
2010	1,217,676,113,202	571,556,435,971	909,247,834,370	1,639,082,388,336
2011	1,235,671,079,147	599,871,544,844	948,263,630,426	1,762,579,857,454
증가율	45.9%	124.8%	12.5%	334.0%

부록 4. 그룹 연도별 총인구 평균, 단위 (인)

Year	G1	G2	G3	G4
1990	29,869,681	40,162,964	148,292,000	583,089,320
1991	30,083,113	40,900,501	148,624,000	592,767,145
1992	30,301,460	41,630,108	148,689,000	602,058,617
1993	30,505,548	42,356,181	148,520,000	611,144,486
1994	30,693,247	43,080,057	148,336,000	620,201,533
1995	30,875,269	43,798,612	148,141,000	629,165,682
1996	31,051,460	44,504,608	147,739,000	638,046,972
1997	31,227,930	45,200,602	147,304,000	646,877,758
1998	31,396,954	45,863,397	146,899,000	655,536,206
1999	31,570,943	46,513,555	146,309,000	663,925,726
2000	31,747,984	47,159,921	146,303,000	672,087,589
2001	31,927,713	47,775,165	145,950,000	680,072,366
2002	32,122,778	48,351,532	145,300,000	687,884,444
2003	32,320,639	48,907,849	144,599,000	695,521,333
2004	32,521,748	49,448,768	143,850,000	703,001,297
2005	32,721,494	49,976,161	143,150,000	710,371,713
2006	32,922,094	50,534,641	142,500,000	717,538,372
2007	33,128,513	51,094,595	142,100,000	724,487,509
2008	33,342,017	51,684,046	141,950,000	731,331,598
2009	33,530,199	52,264,640	141,910,000	738,093,971
2010	33,703,542	52,841,735	142,389,000	744,804,072
2011	33,885,937	53,454,712	142,960,000	751,505,773
증가율	13.4%	33.1%	-3.6%	28.9%

## Abstract

# An analysis of changes of the percentage of electricity through thermal power production

- A Comparing the before and after, The Kyoto  
Protocol -

LEE EUNG GON

Department of Public Administration

The Graduate School

Seoul National University

In this study, the adoption of the Kyoto Protocol in OECD countries affect the ratio of the thermal power electricity generation that was going to check. What factors have also targeted the country's power production ratio has been changed for this analysis. Ultimately, the adoption of the UN Framework Convention on Climate Change emissions of carbon dioxide, the main culprit of greenhouse gases affected the resolve the question of whether its purpose. Reducing the proportion of thermal power plants in Annex I 29 countries of the 10 countries were countries.

The Kyoto Protocol adopted in 1997 to examine the impact of the results of the regression analysis showed significant results in this



paper do not serve as the Kyoto Protocol is an international agreement determines that were not performed. Thus, reducing the proportion of thermal power plants in OECD countries in the international climate change agreement is a commitment to climate change and was already in the process of being discussed, the reduction targets set in the Kyoto Protocol, not to meet its self-gravity to adjust the thermal power plant were confirmed. The next Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change Framework Convention on Climate Change continues to be a discussion on the developed countries and developing countries to reduce greenhouse gas emissions to meet international standards for the long-term plan was to have confirmed that.

In addition, further research on the factors of thermal power ratio of fossil fuel price index, population growth, per capita GDP growth was, through the Environmental Kuznets Curve was able to confirm the theory.

South Korea saw the size of the economy and carbon dioxide emissions, the reduction in the near future are likely to be included in the target station duties. The government is already on the international community to reduce greenhouse gas emissions released specific figures and began to announce specific policies. The production and use of electricity in our country economic growth is an essential element. Internally, a comprehensive management of greenhouse gas emissions that could impact on the economy softens, externally between the developing and developed countries to fully make use of centrist position is required to cause and profit at the time of the catch.

keywords : UN Framework Convention on Climate Change, Kyoto Protocol, CO<sub>2</sub>

***Student Number : 2013-22666***